Kleine

Schule des Bergbaues.

Gemeinfaßlicher Leitfaden zur

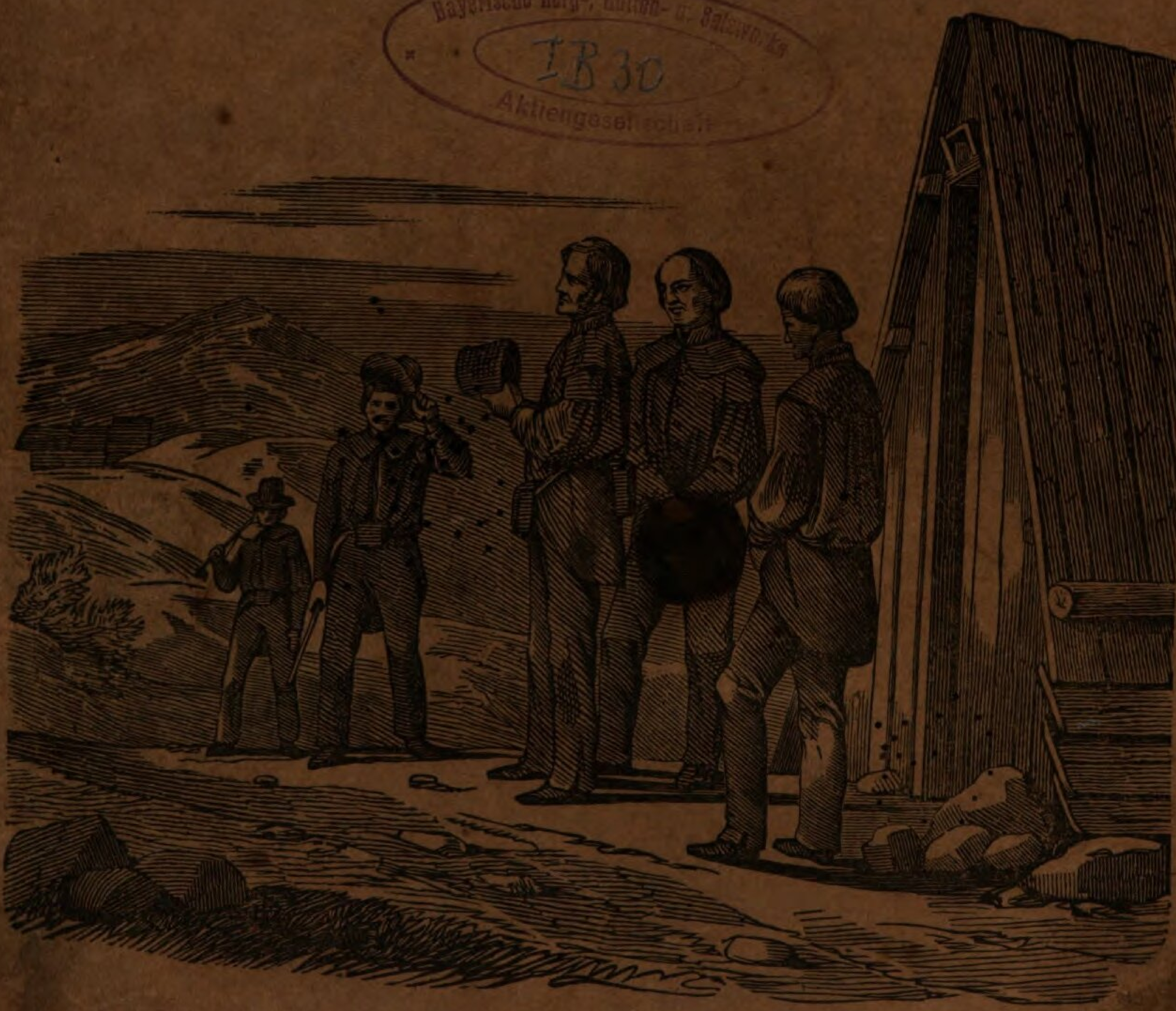
Gestein- und Gebirgskunde,

zum Aufsuchen von Fundorten der Bergbaugesteine und zur Lehre vom Bergbau und Bergwerksbetrieb

von

Fernand Stamm,

Doctor der Rechte, bergwerkskundigem Beisitzer beim Bergsenate des kais. könig. Landesgerichtes in Brüx, Mitgliede des montanistischen Vereines im Erzgebirge, so wie des naturhistorischen Vereines Lotos in Prag ꝛc.



Prag, 1853.

Verlag von Karl André.

Kleine

Schule des Bergbaues.

Gemeinfaßlicher Leitfaden zur

Gestein und Gebirgskunde,

zum Aufsuchen

von Fundorten der Bergbaugesteine

und zur Lehre

vom Bergbau und Bergwerksbetrieb

von

Fernand Stamm,

Doctor der Rechte, bergwerkskundigem Beisitzer beim Bergsenate des kais. königl. Landesgerichtes in Brür, Mitgliede des montanistischen Vereines im Erzgebirge, sowie des naturhistorischen Vereines Lotos in Prag, ꝛc.

Prag, 1853.

Verlag von Karl André.

Druck von K. Gerzabek. Ursulinergasse Nr. 140.

Vorrede.

Oesterreich besitzt keine Niederlassungen in fremden Welttheilen mit deren Produktenausbeute es die Spannkraft seiner innern Entwickelung unterhalten könnte. Das große Oesterreich ist ein in sich abgeschlossenes *Ganzes*, dessen Umrisse schon die Natur in mächtigen Gränzen vorgezeichnet, und dessen Ländergebiete sie mit Fruchtbarkeit und Schönheit reichlich ausgestattet hat. Mit dieser Ausstattung hat die Natur zugleich die Aufgabe Oesterreichs bestimmt, in dem Streben nach dem klar erkannten gewerblichen Ziele: die vollständige *Benützung und Veredlung aller Naturschätze des Landes*, und um dieses zu ermöglichen, *die geistige und kunstfertige Ausbildung des Volkes*.

Die Arbeitskräfte, von welchen jene Aufgabe gefordert werden darf, sind aber auch keine geringen; sie liegen in den verfügbaren Händen aus der Zahl von 38 Millionen Bewohnern; und auch der Umfang des Wirkungskreises für die Thätigkeit dieser Arbeitskräfte steht im richtigen Verhältnisse: er umfaßt eine Fläche von beinahe 12000 Geviert=Meilen! Oesterreich hat nicht nöthig, seinen Glanz durch Eroberungen nach Außen hin zu erhöhen; es ist in der glücklichen Lage, seine schönsten Eroberungen im eigenen *Innern* zu machen. *Vier* bisher noch wenig ausgebeutete *Reiche* liegen da

seinem Angriffe offen: das Reich der Bodenkultur, das Reich der unterirdischen Bergreviere, das Reich der Gewerbe und der Weltverkehr für seinen Handel.

In dem Vorworte zu meiner „Landwirthschaftskunst"*) habe ich von den Mitteln und den Zurüstungen gesprochen, mit denen das verjüngte Oesterreich im Reiche der Bodenkultur Eroberungen machen, und durch Vervollkommnung des Ackerbaues und der Viehzucht unermeßlichen Aufschwung nehmen könne. Nun treibt und drängt es mich, der Werber für den Feldzug auch ins Reich der Bergreviere zu werden.

Der Bergbau ist es, aus welchem Oesterreich die reichsten Schätze heben und eine unermeßliche Kraft für den gewerblichen Aufschwung schaffen kann.

Die an Kenntnissen noch arme, daher auch unentschlossene Vergangenheit hat den unschätzbaren Reichthum an Erzen, Brennstoffen und Nutzsteinen einer Zeit aufbewahrt, in welcher der Fleiß, verbunden mit der Wissenschaft, die, Jahrhunderten trotzenden Riegel zu lösen, oder zu sprengen versteht, welche bis jetzt die steinernen Thore der Gebirge verschlossen hielten, und als gesegnete Erben sparsamer Väter dürfen wir uns hierüber nur beglückwünschen!

Lassen Sie uns die Befundliste dieses Vermächtnisses überblicken. Zunächst schimmert uns das Gold und Silber entgegen. Es ist wahr, hier haben die Ahnen schon einige Griffe in diese Schätze gethan. Aus den Schächten Joachimsthals allein haben sie einige Millionen Thaler und aus Kremnitz viele Centner schönen Goldes gehoben! Doch erschöpft haben sie den Vorrath nirgends. Lassen Sie uns nur die Tiefe erforschen. Mit Hilfe der neuen Maschinen ist das möglich geworden, und was zu erringen möglich ist, das

*) Prag bei Karl André.

gehört der Entschlossenheit der fleißigen und verständigen Unternehmer.

Ueberblicken Sie die in diesem Büchlein nur nach ihren wichtigsten Fundorten aufgeführten Bergbaue auf Gold und Silber. Das sind viele Angriffsstellen und noch ein weites Feld für Unternehmungslust und verständigen Fleiß.

Die meisten Bergwerke gehören der alten Bauart an, welche nur die Oberfläche in Angriff nahm oder planlosen Glücksbau trieb; Erst nur wenige Bergwerke auf edle Metalle z. B. Schemnitz, Przibram und in neuester Zeit Joachimsthal werden mit den Hilfsmitteln der neuen wissenschaftlichen Entdeckungen und mit voller Kraft und nach einem für den dauernden Haushalt berechneten Plane betrieben. Unzählige vielversprechende Stellen sind noch nicht berührt oder wurden nach kleinlichen Versuchen wieder verlassen. So ist das Erzgebirge in Böhmen eine Reihe Berge mit Silberschätzen, deren Spuren man in wenig unterbrochener Kette von Graslitz über Abertam, Joachimsthal, Gottesgab, Wiesenthal, Weipert, Preßnitz, Sonnenberg, Sebastiansberg, Katharinaberg, Niklasberg bis Graupen in einer Ausdehnung von 14 Meilen durch Bergbaue nachgewiesen hat. Keine Stelle aber ist in der Teufe erschöpft, welche noch gar nicht aufgeschlossen ist, und nur an vier Punkten wird jetzt gearbeitet. Welch große und lohnverheißende Aufgabe ist hier dem Unternehmungsgeiste gestellt, wenn dieser mit Kapital, Wissenschaft und Ausdauer zugleich gerüstet, das Gebirge durch große Wassermaschinen und Tiefstollen vom Fuße des Gebirges angefangen erschließen würde? Gold und Silber bieten aber nicht mehr allein den Hauptreiz zum Bergbaue; die ganze jetzige Gewerbsrichtung hat gerade die unedlen Metalle zu den wichtigern erhoben und hier darf der Bergmann in Oesterreich stolz fragen: Welches dieser Metalle liefert mein Vaterland nicht gleichfalls in Fülle?

Wenn der Reichthum an edlen Metallen vorzugsweise dem hohen Gebirge angehört, so sind die Ebenen und Thäler nicht weniger reich mit Mineralschätzen gesegnet.

Vor allen ist es der Reichthum an Kohlen, welche Oesterreich das Mittel bieten, seiner Industrie die mächtige und nachhaltige Kraft höchster Entwickelung zu gestatten, welche sie zum Kampf mit den Industriekolossen anderer Großmächte befähigt. Der Reichthum an Mineralkohle, den man nur in Böhmen allein auf 100000 Millionen Centner schätzt, ist in der ganzen Monarchie geradezu unermeßlich zu nennen; und nach dieser Seite hin findet der Bergbau keine andere Beschränkung als den Mangel an — Arbeitskraft. Vollenden wir dieses großartige Bild des Mineralreichthums unsers Kaiserstaates noch mit dem Schatze an Kochsalz, dessen Ablagerungen vorzugsweise in Galizien zu den riesenhaftesten der Erde gehört, endlich mit der Fülle an Bau- und Gewerbsgesteinen, an Marmor, Schmuck- und Edelsteinen, so muß wohl jeder Vaterlandsfreund zur dankbaren Bewunderung eines Segens hingerissen werden, mit welchem die Natur das schöne Oesterreich bevorzugt hat, — dem Bergmann aber muß der Muth die Brust durchglühen, denn seine Hände sollen den Reichthum heben, in froher, gelohnter glücklicher Arbeit durch die lange Reihe kommender Jahrhunderte. —

Diese glänzende Zukunft soll aber aus dem Schatten einer minder erfreulichen Vergangenheit erstehen; ja man darf bedenklich die Fragen stellen: Ist der Bergmann dieser seiner hohen Aufgabe gewachsen? Bedarf es nicht besonderer Hilfe, um dem darniederliegenden Bergbau den Aufschwung zu geben, wozu ihn die Gunst der Natur befähigt?

Lassen Sie uns dem erhebenden Bilde des österreichischen Bergbaues, wie er seyn könnte, das ungeschmeichelte Bild

des österreichischen Bergbaues entgegenhalten, wie er ist! Denn nur durch redliches Erforschen der Ursachen eines Uebels lernen wir ja erst seine Heilmittel kennen.

Wenden wir die Betrachtung zunächst den gesetzlichen Verhältnissen zu.

Die Gesetze, welche dem Bergbau in Oesterreich Schutz und Ordnung geben sollen, gehören nach ihren meisten Bestimmungen frühern Jahrhunderten an. Obgleich die darin enthaltenen Anordnungen das Wesen des Bergbaues richtig auffaßten, so haben im Laufe der Jahrhunderte die Umwälzungen in den Verhältnissen des Grundeigenthums, der Gewerbsthätigkeit, der Arbeit, der Stoffwerthe und der wissenschaftlichen Ausbildung viele Bestimmungen in Widerspruch mit den Rechtsforderungen der Bergbaueigenthümer gebracht und es genügt nicht mehr eine bloße Ausbesserung jener veralteten Gesetze, es bedarf eines völligen Umgusses jener Bergordnungen in ein klares neues Berggesetz, um so dringender, als die Einheit des Reiches auch die Einheit des Gesetzes erfordert.

Dieser von der hohen Regierung erkannten Zeitforderung kommt sie durch ein neues Berggesetz entgegen. Es wird den festen Rechtskern des Bergbaues bewahren, ihn aber durchgeistigen und beleben mit den neuen Ideen der gesteigerten Gewerbsthätigkeit, die in allen andern Zweigen zu ungeahnter Entwickelung kam.

Die Schwächung des Rechtsschutzes muß nothwendiger Weise auch den Verfall der Ordnung im Bergbaubetriebe, in der Verbindung der Gewerken und in der Arbeiter-Innung zur Folge haben. Mit Ausnahme der Bergwerke des Staates und jener einzelnen Unternehmer, welche durch vorragende Geistes- und Willenskraft ohne fremde Hilfe eine Ordnung im Betrieb und unter den Arbeitern zu schaffen verstanden, ist der Bergbau in einem kläglichen Zustande. Der Bergbau

auf edle Metalle fristet sich mit gelähmter Betriebskraft fort, der Bergbau auf unedle Metalle ist bis auf wenige leicht zugängliche Stellen verödet, der Kohlenbergbau ist meistenorts in die verwüstenden Hände von abentheuernden Unternehmern mit Taglöhnern gefallen.

Die geschlossene Knappschaft der Bergleute ist im hohen Gebirge in einzelne Gruppen zerklüftet, im niedern Gebirge ist an ihrer Stelle ein zusammenhaltloses Heer von Arbeitern getreten, die ohne Lehre, ohne Erfahrung gemeinlich schlechte Taglöhner sind. Dadurch nur ist es zu erklären, daß in Oesterreich trotz des unerschöpflichen Reichthums an nutzbaren Gesteinen aller Art und fast aller Orten doch der Bergbau von keinem großen Erfolge ist und noch nicht die vorragende Stellung in der Gesammtindustrie einnimmt, wozu ihn die Gunst der Natur bestimmte.

Zunächst der Hebung der Landwirthschaft als dem Einen Urquell der Gewerbsthätigkeit, steht in Oesterreich der Bergbau als zweiter Urquell des Volksreichthums; der wichtigste Gegenstand, zu dessen Hebung und Vervollkommnung alle Kräfte aufgeboten werden müssen.

Die Hebung des Bergbaues aber muß von drei Angriffspunkten ausgehen:

1. Von der Feststellung guter Gesetze über die Rechtsverhältnisse des Bergbaues und eine von Staatsbehörden überwachte Arbeiterordnung. Die Lösung dieser Aufgabe liegt bereits in der Hand der Staatsverwaltung und wird durch das neue Berggesetz verwirklicht.

2. Von einer umfassenderen Einsicht der Bergbauunternehmer und Gewerken in das Wesen des Bergbaues, seiner Stellung in der Gewerbsthätigkeit, und in die Vortheile eines zweckmäßigen Betriebes.

3. Von der Heranbildung verständiger, geschickter, fleißiger und sittlicher Bergleute und Grubenvorsteher.

Auch diese Aufgaben zu lösen ist der Staat bemüht, durch seine Schulanstalten für den Bergbau und durch das Vorbild seiner eigenen Bergwerke, welche zugleich eine Bildungsschule für die andern Bergbauunternehmer und der strebsamen Bergleute sind, zu lösen.*) Hier aber soll auch der Eifer des Einzelnen sich an solcher Aufgabe betheiligen; ja es erscheint als eine Pflicht für die Wissenschaft, zur Aufklärung der Bergbauunternehmer und zur bessern Heranbildung der Bergleute beizutragen, und da die wenigen Schulen den zahlreichen Lehrbedürftigen noch bei Weitem nicht genügen, so muß die Wissenschaft ihre Lehre und ihre Mahnung den Schülern durch andere Mittel bringen, sie muß dem Gewerken auf sein Zimmer, dem Bergmann in seine Stube, in das Zechenhaus, in die Kaue folgen, um ihm aus dem reichen Schatze der Naturforschungen Alles für ihn Wichtige mitzutheilen. Wer bedarf das Licht der Wissenschaft mehr als der Bergmann in den dunkeln Irrgängen seiner unterirdischen Bauten? — Die Wissenschaft soll ihm den Weg weisen zu den uns Allen nothwendigen unterirdischen Kleinodien und Schätzen, das Verständniß der Naturkräfte soll diese ihm

*) Wie thätig die Staatsverwaltung auch in diesem Zweige ist, beweisen die unter ihrer Leitung stehenden Schulanstalten und unter ihrem Schutze stehenden Vereine als: die k. k. Bergbauakademie zu Schemnitz, die k. k. Bergbau-Schulen zu Przibram in Böhmen, zu Vordernberg in Steiermark, zu Schemnitz und Schmölnitz in Ungarn, zu Nagyag in Siebenbürgen; die k. k. geologische Reichsanstalt in Wien, die montanistischen Vereine für Innerösterreich zu Graz, für Tirol und Vorarlberg in Innsbruck, für Mähren und Schlesien in Brünn, für das Erzgebirge in Joachimsthal, für Siebenbürgen in Hermannstadt, für Ungarn in Pesth, Die Gesellschaft des Ferdinandeums in Innsbruck, der naturhistorische Vereins Lotos in Prag.

In neuester Zeit tritt eine Zeitschrift für Bergwerksgegenstände von dem verdienstvollen Herrn Bergrathe Otto Freiherrn von Hingenau redigirt, in die Reihe der wichtigsten Belehrungs- und Anregungsmittel.

dienstbar machen. Der Bergmann darf sich beim unheimlichen Rauschen der unterirdischen Wässer nicht mehr wie vor Koboldstimmen fürchten, er soll vielmehr lernen das Wasser sich dienstbar zu machen, es auf seine Kunsträder schlagen, als Dampf an seine Maschinen spannen und als Erzscheider in seine Schlemmwerke leiten. Er soll ferner nicht bang vor der unterirdischen Flamme zurückweichen; er soll auch das Feuer gewältigen und benutzen lernen, das Gestein zu mürben und zu sprengen, das Erz zu rösten, zu schmelzen und zu scheiden. Der Magnetismus soll sein Wegweiser, die Elektricität seine Wünschelruthe, ein galvanischer Strom der Scheider der verbundenen Erze und die Chemie soll seine Gefährtin werden, und wieder lösen, was sie vor undenklicher Zeit zusammengesetzt, und wieder verbinden, was sie getrennt hatte.

Die Natur endlich, soll der Bergmann vor Allem zur Beratherin, zur unzertrennlichen Freundin erheben, mit der er am liebsten umgeht, deren Reize und Wundererscheinungen ihm die saure Arbeit versüßen; denn nur was mit Verständniß erfaßt, mit Ausdauer verfolgt, mit Mühe errungen wird, findet den schönsten Lohn im Bewußtseyn wie in der Liebe der Natur.

Wenn die Wissenschaft sich dem Bergbauunternehmer und dem Bergmanne mit solchen Gaben nahet, dann wird er sie freundlich empfangen, so dachte ich und — so entstand dieses Buch.

Es konnte nicht die ganze Summe der Erkenntnisse bringen, welche die Naturforschung bereits geliefert, das Buch wäre zu dick geworden und hätte kaum Eingang durch die schmale Thür der Bergmannsstube gefunden. Ich konnte vorläufig nur die kleine Schule des Bergbaues bieten. Vielleicht, daß ich an sie später eine größere Schule anbaue; doch wer kann das? Die eigentliche große Schule

des Bergbaues, das ist der Bergbau selbst. Mit ihren Lehren abgewogen erscheint die Buchweisheit immer noch zwar gering aber nicht entbehrlich!

Es ist wohl ein Unterschied zwischen einem unvorbereiteten Zöglinge der großen Bergbauschule, der keinen Stein kennt, und doch die edelsten Steine sucht, keinen Schacht- und Stollen-Weg kennt und sich in das Labyrinth der Unterwelt wagt, keinen Bergbau kennt und auf gut Glück sich in die Erde hineinwühlt, den Kampf mit den unheimlichen Gewalten der Naturkräfte wagt und ihre Ausbrüche nicht unter die Macht der Wissenschaft zu beugen weiß: — und zwischen einem vorbereiteten Bergbauunternehmer, der auf bekannten geraden Wegen mit den Hilfsmitteln der gemachten Erfahrungen und der Wissenschaften in die unerschöpfliche Vorrathskammer der Erdschätze eintritt! Nur für diesen steht sie offen da; Jener wird ein Spielball in der Hand gewissenloser Arbeiter, ein Glücksspieler, den die Leidenschaft verdirbt, ein Schatzgräber welcher gleich jenem im Volks-Mährchen der bösen Zauber-Gewalt verfällt.

Und nun erst ein kenntnißloser Unternehmer mit unerfahrenen Arbeitern — der Blinde an der Hand des Blinden!

Das unvermeidliche Mißlingen in diesen leider häufigen Fällen hat eben den Bergbau in Verruf gebracht; das Mißtrauen lastet auf diesem reichsten Felde der Gewerbsthätigkeit wie ein Bann, und hat die Lust am Bergbau immer mehr verleidet. Diesen Bann zu brechen, die Bergbaulust zu beleben, aber sie von planloser, blinder Glückshascherei abzuwenden, und auf wohl durchdachte, ausdauernde Unternehmungen zu lenken: noch mehr aber dem angehenden Bergmanne die Anfangsgründe der Naturlehre und der Bergbaukunst leichtfaßlich in die Hände zu legen, welche ihm das Schwierige jeden Anfanges — die Erlernung seiner Kunst erleichtern, ihn vor Allem durch gesunde Ansichten das weite Gebiet richtiger

überblicken, und ihn bald sich darin zurecht finden lassen sollen, dadurch aber Arbeiter heranzubilden, deren Kenntnisse, Geschicklichkeit und Redlichkeit den Unternehmern Vertrauen einflößen können, das war die nächste, die dringendste Aufgabe, welche ich durch die Abfassung dieses Werkchens zu lösen versuchte.

Diesem ersten Hefte, welches die Gestein- und Gebirgskunde, die Fundorte der Bergbaugesteine und die Lehre vom Bergbaue und Bergwerksbetrieb umfaßt, folgt nach dem Erscheinen des neuen Berggesetzes ein zweites Heft, welches die gemeinfaßliche Erklärung dieses Berggesetzes und die Knappschaftsverhältnisse enthält und so für den Bergmann dieses Werk zu einem Ganzen abschließt.

Keinen geringen Antheil an dem Niederschreiben dieses Buches hatte aber auch der Wunsch und die Hoffnung, dasselbe hohen Ortes gewürdigt zu sehen als den Versuch, wie dieses für Oesterreich so hochwichtige Fach des Bergbaues unsern im Aufblühen begriffenen Realschulen zugänglich gemacht werden könne.

Ich darf gestehen, daß ich dieses Buch mit besonderer Vorliebe geschrieben habe. Im Erzgebirge über den vom Bergbau durchfahrenen Boden stand meine Wiege und Sohn eines Berg- und Hüttenmannes mahnte es mich, unter allen andern Studien immer wieder an die geheimnißvolle Kunst, deren Thätigkeit, deren Räthsel mit meinen Jugenderinnerungen eng verbunden blieben; durch die Berufsstudien lief die Lieblingsforschung in den Bergwissenschaften als goldener Faden, welcher mich von einer reichen Ernte der Erfahrung auf fremden Feldern wieder zum Bergbau zurückzog.

So gerne ich der Gewalt dunkler Gefühle diesen Antheil einräume, so steht es doch auch als Ueberzeugung klar vor meiner Seele:

Die **Landwirthschaft** legt den sichern Grund zu Oesterreichs Macht; **der Bergbau aber errichtet die Pfeiler zu Oesterreichs Größe**, denn **Eisen und Kohle sind die Losungsworte unseres gewerbthätigen Jahrhundertes. — Glück auf!**

Komotau im Februar 1853.

Stamm.

Inhalt.

Einleitung.

Die Früchte und Erzeugnisse der Erdoberfläche, die Pflanzen und Thiere genügen in unserm Haushalte nicht. Die Menschen verlangen auch nach den unterirdischen Schätzen, denn die dort vorhandenen Metalle und Erdarten erscheinen uns in dem gegenwärtigen Zustande nicht weniger ein Bedürfniß als Nahrung und Kleidung. In den meisten Fällen kann der Mensch ohne jene Metalle, aus denen er seine Werkzeuge macht, weder seine Nahrung gewinnen, noch seine Kleidung anfertigen. Man denke nur an die Brauchbarkeit des Eisens! —

Die Arbeiten nun, welche den Weg zu den unterirdischen Schätzen brechen, die Kunst, die Metalle und nutzbaren Erdarten zu gewinnen und herzurichten, umfaßt der Bergbau und das gesammte Bergwesen.

Nächst der Landwirthschaft ist der Bergbau der wichtigste Theil der Volksarbeit. Während die übrigen Gewerbe die vorhandenen Güter bloß umstalten, zum Gebrauche herrichten, während die Künste sie veredeln, während der Handel alle Güter nach den verschiedenen Bedürfnissen der einzelnen Orte und ganzer Länder vertheilt; bringt nur die Landwirthschaft und der Bergbau neue Güter hervor, und schafft sie gewisser Maßen: die Ausbeute ihrer Anstrengungen sind Urerzeugnisse.

Mit der fortgeschrittenen Bildung der Menschen hat sich der Gebrauch der Erzeugnisse des Bergwesens so vermehrt, daß die Menschen in ihrem jetzigen Zustande ohne Bergbau eben so wenig leben können, wie ohne Landwirthschaft.

Lassen Sie uns in einem flüchtigen Uiberblicke betrachten, wie das gekommen ist.

Gleich den Kindern greifen auch die Völker anfangs nach dem Schimmer und dem Glanze, die Edelsteine und das Gold zogen zuerst ihre Blicke auf sich. Zum Schmucke wählten sie schon Edelsteine, ehe das Eisen bekannt war. Unter Moses kannte man schon die meisten Schmucksteine. Das Brustblatt des hohen Priesters war mit zwölf verschiedenen Steinen nach der Anzahl der Stämme besetzt. Nach der heiligen Schrift waren es: ein Karneol, ein Topas, ein Smaragd, ein Karfunkel (Rubin), ein Saphir, ein Jaspis, ein Hyacinth, ein Achat, ein Amethist, ein Chrysolith, ein Onyx und ein Beryll. Das heilige Zelt wiederglänzte von Gold.

Dieses Metall mit seinem dem Feuer ähnlichen Farbenglanze stand in der Schätzung der Menschen von Anbeginn sehr hoch, selbst da, wo es häufig zu finden war, wie z. B. in Amerika. Einen Grund dafür bildete der Umstand, daß Gold fast immer gediegen, also in seiner Vollendung gefunden wird, während die andern Metalle, das Silber nicht ausgenommen, in unscheinbaren Gestalten vorkommen und erst durch die Ausscheidung von den Verbindungen ihren Glanz oder ihre Brauchbarkeit erlangen. Der Goldbergbau war daher lange Zeit die Arbeit der Bergleute; und weil das Gold gewöhnlich im Sande der Erdoberfläche gefunden wird, bestand er nur in einem oberflächlichen Graben, ohne alle Kunst.

Als man den Werth des Silbers erkannte und als man das Kupfer, das eigentliche Erz, schmelzen lernte; da wurde der Bergbau schon schwieriger.

Die an der Oberfläche liegenden Vorräthe waren bald erschöpft, man mußte tiefer graben, mit Anstrengung und Nachdenken über die geeigneten Mittel, es aus den festen Gesteinen loszubrechen.

Lassen Sie uns darin die Weisheit des Schöpfers und dessen gute Absichten erkennen.

Bewegung, Thätigkeit, Arbeit sind unerläßlich zur Erhaltung der Gesundheit, zur Ausbildung und Kräftigung des Leibes, zur Entwicklung der Seelenkräfte. Die Natur gewährt uns ihre reichen Gaben, aber nicht ohne unsere Mühe; sie will zur Arbeit erziehen. Sie will auch den Verstand ausbilden, das Nachdenken wecken. Sie legt uns daher gerne ihre Räthsel vor; sie versteckt ihre Schätze, um uns zum Suchen zu reizen; sie stellt den Suchenden Hinder-

nisse entgegen, um zum Nachdenken, zur Erfindung zu nöthigen. Noth ist die Mutter der Erfindungen!

Die Natur läßt uns ihre Schätze nur theilweise gewinnen Sie übersättigt nicht, damit der Antrieb zur Arbeit, zur Verstandesanstrengung rege erhalten werde. So wurde auch der Bergmann durch die Natur zu dem fleißigen, verständigen Arbeiter erzogen, von dem die wichtigsten Entdeckungen, die größten Wohlthaten für die Menschheit ausgingen.

In kurzer Zeit war das auf der Oberfläche liegende Silber und Kupfer erschöpft und der Bergmann, von deren Brauchbarkeit überzeugt, verfolgte ihre Spuren in die Tiefe der Erde.

Nun traten aber die Schwierigkeiten ein. Die Festigkeit des Gesteines ließ sich nicht mehr mit den damaligen mangelhaften Werkzeugen bezwingen. Die erzernen oder ehernen Hämmer, Hauen, und Schaufeln waren zu weich; es mußte ein festeres, härteres Metall gesucht werden, und man fand es endlich im Eisen, das man bald härten und zu Stahl verarbeiten lernte.

Dieses neue Metall fand durch seine vielfältige Nützlichkeit schnell eine große Verwendung. Der Jäger beschlug damit die Spitze des Wurfspeeres, der Ackersmann besetzte die Schneide seines Pfluges damit, der Krieger schmiedete sein Schwert daraus, der Fischer spitzte es zur Angel zu, die Gewerbsleute bildeten Beil, Säge, Feile, Zange Scheere und Messer daraus.

Das Eisen wurde eine werthvolle Waare, und ein Gegenstand emsiger neuer Nachforschung nach den Erzen, worin es enthalten war, denn der Verkaufspreis lohnte die Arbeit. Der Bergmann hatte aber zugleich an dem Eisen ein Mittel gefunden, tiefer in die Erde einzudringen. Dem Schlägel und Eisen, dem festen Hammer und dem stählernen Meisel widerstand keine Gesteinart mehr. Der Bergmann arbeitete sich damit durch Schächte und Stollen in die härtesten Steinarten hinein.

Jahrhunderte lang blieb diese Arbeit mit „Schlägel und Eisen" die Bauart des Bergmannes und „Schlägel und Eisen" wurde sein Zunftzeichen, sein Wappen. Nur die lockernde Kraft des Feuers lernte man damals noch kennen und wendete sie an, um das festeste Gestein durch unterschürtes Feuer mürbe zu machen, worauf es leichter mit Schlägel und Eisen abgeschroten werden konnte.

Wir finden in alten Bergwerken noch aus den Zeiten der Römer Stollen, Schächte und Ausweitungen, welche einen erstaunenswerthen Fleiß verrathen. Aber von Kunst oder verständiger, kluger Ueberwindung der Hindernisse erkennen wir wenig Spuren.

Es war auch von jenen Arbeitern nicht zu verlangen. Zumeist waren es Sklaven und Verbrecher, welche dort in den Bergwerken zu arbeiten gezwungen wurden, und die ohne Freude nur von der Sklavengeißel getrieben, mit Gram und innerm Widerwillen die angewiesene Arbeit verrichteten. Von solchen Leuten läßt sich keine Verbesserung in der Arbeit, keine Erfindung, keine Kunst erwarten.

Jahrtausende lang blieb der Bergbau auf der niedrigen Stufe der gewöhnlichen Steinbrecherei ohne Kunstentwickelung. In Deutschland zuerst, wo neu entdeckte Silberfundstätten freie Männer zur Arbeit anreizten, erwachte der Erfindungsgeist, und hier wurde der Grund zu der neuen edlen Kunst des Bergbaues gelegt. Daher finden wir Kunstausdrücke aus der deutschen Bergmannssprache in alle fremde Sprachen übergegangen.

Im Erzgebirge, am Harz und an noch mehreren Orten wurden reiche Silbergänge aufgefunden und schon bekannte in neuen Angriff genommen. Tausende von Arbeitern strömten in ähnlicher Hast, wie jetzt den Goldseifen in Kalifornien und Australien, damals den Silbergängen zu.

„Ins Thal, ins Thal
Mit Mutter, mit All!“

sangen die frohen Einwanderer nach Joachimsthal.

Die erstaunliche Ausbeute — sie betrug in Joachimsthal vom Jahre 1516 bis 1610, 13 Millionen, in Kuttenberg von 1483 bis 1563 12 Millionen Thaler — bereicherte die Umgebung, weckte neue Lust zum Bergbau und gründete viele neue Städte.

Johann Mathesius zählt im Jahre 1562 folgende Bergorte auf; In Böhmen: Eule, Joachimsthal, Dornberg, Abertham, Hengst, Platten, Gottesgab, Perlingen, Wuckenberg, Schlackenwald, Schönfeld, Schönfichten, Lauterbach, Ellbogen, Schachwitz, S. Katerinberg, Neudeck, Frübiß, Lichtenstadt, Schönbach, Heiligenberg, bei Beraun, Bleistadt, Mies, Kuttenberg, Budweis, Kromaw, Elischaw, Przibram, Wilhardiz, Drossa, Prunfels, Pilgram, Fürwitz, Plan, Kuttenplan, Schellenberg oder Grab, Sonneberg, Preßnitz, Kupferberg, Weinberg, Sebastiansberg, Knien und Bergreichenstein.

In Oesterreich: Lethbach und Gastein.

In Kärnthen: Woodereck, Villach, Steinfeld, Friesach, Wandling, Zweiring, Schläming, Wachsenstein, Korbach, Welach, Altenhausen, S. Veit, Windisch-Roßwald, Indergeel, Zuckenhuet, Märzthal, Delach, Lauenthal und Idria.

In Tirol: Rottenberg, Kitzpühel, Rörerpühel, Schwatz, Halle im Inthal, Gotsensoß, Störtzing, Brixen, Klausen an der Etsch, Terlen, Promer, Inichen, Toblich, Lienz, Igel, Goldberg, Riesengrund, Altenberg, Reycheſtein und Zuckemantel.

In Sachsen: Freiberg, Wolkenstein, Geyer, Erbersdorf, Thum, Schneeberg, Annaberg, Buchholz, Drebach, Wiesenthal, Jostdorf, Hohnstein, Scheibenberg und Elterle.

Im übrigen Deutschland: Salfeld, Zellerfeld, Wildermann, Goldkronach, Firſt, Sulzbach, Steyer, Schwarzeburg.

Der Bergbau stand damals im hohen Ansehen. Das Bergkleid war ein Ehrenkleid und die Knappschaft eine sehr geachtete Verbindung. Die Fürsten begnadigten die Bergleute mit vielen Vorrechten. Sie wurden sammt ihrer Familie aus der Leibeigenschaft entlassen, ihre Erzeugnisse und ihre Geräthe (Nothdurften) konnten mauthfrei und zollfrei verfrachtet werden. Der Grundeigenthümer mußte ihnen gegen billige Entschädigung auf die nöthige Grundoberfläche, Bauholz und Materialien um billige Preise überlassen. Dabei standen die meisten Metalle, besonders Gold und Silber im Vergleiche der Lebensmittel und Arbeitslöhne in so hohem Werthe, daß eine geringe Ausbeute hinreichte, die Kosten des Baues zu decken.

In dieser Blüthe kam über den Bergbau die Verwüstung der Religionskriege, welche Deutschland am ärgsten durchwütheten. Die reichen Bergstädte wurden geplündert, die Mannschaft fiel unter dem Schwerte, die Barbarei zerstörte die Werke.

Während sich im darauf folgenden Frieden die andern Gewerbe wieder hoben, hemmte aber ein anderer Umstand, der mitlerweile eingetreten war, den Wiederaufschwung der Bergwerke. Eine neue Welt war inzwischen entdeckt worden mit fabelhaften Schätzen. Aus Amerika kamen unermeßliche Mengen von Silber und verhältnißmäßig noch mehr Gold an, so daß der Werth der edlen Metalle sank und das Werthverhältniß des Goldes zum Silber, welches früher wie zwanzig zu eins stand, auf vierzehn zu eins herabsank.

Nur noch sehr ergiebige Bergwerke auf edles Metall lohnten die Kosten. In Spanien hörte fast aller Bergbau auf, im übrigen Europa blieb auf Gold fast nur noch Kremnitz im Bau, auf Silber Schemnitz und einige Bergwerke im Erzgebirge und am Harz.

Europa fand es für besser, seine feinen Gewerbserzeugnisse nach Amerika zu schaffen und dafür Gold und Silber einzutauschen, als es aus dem Boden des Vaterlandes zu graben. Allein die steigende Industrie bedurfte doch noch Stoffe, die nur der Bergbau liefern kann. Darunter war es vorzüglich das Eisen und die Erdkohle, welche zuerst in England, — der Entwickelungsstätte einer riesenhaften Gewerbsthätigkeit, — eine vorher nicht geahnte Wichtigkeit erhielten. Die Verwendung des Eisens zu allen Geräthen und Bauwerken hat den Bedarf der Eisenerze so gesteigert, daß der Bergbau darauf jetzt mehr Hände beschäftigt als jemals alle Arten des Bergbaues zusammen.

Dazu kam auch bei uns auf dem Festlande in der neuern Zeit noch die Gewinnung der Erdkohle, deren Bau wieder jene auf Eisenerze weit übersteigt. Die Rückwirkung des gehobenen Bergbaues auf die gesammte Gewerbsthätigkeit ist unermeßlich. Das Eisen zu Maschinen, die Kohle als Schmelzmittel und Heizstoff in Dampfmaschinen haben den meisten Gewerben eine andere Gestalt gegeben, sie haben die Handwerke, welche für den Ortsbedarf eingerichtet waren, zu Fabriken erweitert, welche ihre Erzeugnisse nun fünf Welttheilen anbieten und auf den Weltmarkt bringen können. Die Verbindung des Eisens und der Kohle bei der Eisenbahn hat dem Handel die Eile des Fluges gestattet. Die neueste Zeit, in welcher die Wissenschaft mehr und mehr die Geheimnisse der Natur durchdringt, hat aber in den Bergbau selbst ein Licht getragen, welches zu den wichtigsten Entdeckungen führte. Es gibt nicht mehr vier Elemente, es gibt deren über sechzig. Die Zahl der nutzbaren Metalle stieg um mehr als das Dreifache. Darunter hat Platin, Zink, Nickel zu Geräthen und wissenschaftlichen Werkzeugen, Chrom und andere zu Farben, Calium, Natrium, Calcium, Alumnium, Cilicium u. s. w. in dem gesammten Gewerbewesen eine weitverbreitete Anwendung gefunden. Wollen wir von dem gegenwärtigen Standpunkte die Wichtigkeit des Bergbaues für die Gesellschaft überblicken, so kann der Bergmann stolz fragen: „Was besitzt ihr Menschen, woran meine Arbeit keinen Antheil hätte?"

Der Pflug des Landmannes? der Bergmann hat das Eisen dazu aus der Erde gegraben. Die Sense, die Sichel, das Gärtnermesser, sind von Eisen.

Nur mit dessen Hülfe wird der Hut gefertigt: Sein Rand ist mit einer Scheere abgeschnitten, mit einem Wärmstahl geglättet, mit einer Nadel ist das einfassende Band genäht, die kleine Schnalle ist von Eisen. Das Haar ist mit Messern vom Hasenbalge geschabt, der Hase ist aus einem Eisenrohr mit Blei geschossen.

Kein Faden ist an Ihrem Kleide, der nicht über eine Eisenspindel lief, kein Geräthe in Ihrem Zimmer, das nicht Hobel, Säge, Feile, Hammer verfertigen half!

War es nicht die kleine Magnetnadel, die wie ein ausgestreckter Finger den kühnen Columbus auf seinen Schiffen nach Amerika führen half?

Kann man Jemanden den Staar stechen, ohne die feine Lanzette, die ihr Dasein dem Bergbau verdankt?

Woher haben Sie die Münzen? Woher das Salz zu Ihren Speisen? Woher den Teller? Woher das Feuer, das die Speise kocht? Ist es nicht die Eisenstange, welche den Blitz von Ihrem Haupte ablenkt? Ist es nicht die Eisenkette, welche Ihre Brücken trägt? Die Eisenschienen, auf welchen Sie fahren? Der Kupferdraht, womit Sie Ihre Gedanken blitzschnell nach entfernten Ländern senden?

Der Bildhauer hat sein Spitzeisen und den Hammer aus des Bergmanns Schachte, er empfängt von ihm das Erz, um seine erhabenen Kunstwerke zu verewigen.

Dem Maler liefert der Bergmann die schönsten Farben, und die Wissenschaft verdankt dem Bergbau ihre Werkzeuge, sie verdankt ihm die Anregung zu den fruchtbarsten Forschungen im Gebiete der Naturreiche. Die Scheidekunst, die Chemie, die Grundlage der neuen Gewerbe, es ist die Wissenschaft des Bergmannes, und er ist es auch, welcher ihr jährlich neuen Stoff zuträgt. Alles, selbst das Scepter des Herrschers und die Krone! —

Der Bergmann hat das Gold dazu, er hat die Edelsteine mit Gefahr seines Lebens aus der Tiefe der Erde heraufgeholt. An den wichtigsten Gütern der Menschen klebt die Arbeit des Bergmannes, der Schweiß seiner Mühe und wie oft sein Blut! —

Solche Verdienste können wohl den Stand ehrwürdig machen. Wenn ihm die Staatsverwaltung Vorrechte einräumt, er bringt viele Opfer dafür; wenn sie ihm das Innere der Erde überläßt, er ist nicht darum zu beneiden. Dort in der Stätte der Gräber ist der Tod selten weit entfernt und droht ihm bei jeden Schritte.

Die Wissenschaft scheint aber vor Allen verpflichtet einen Theil ihrer Schuld an den Bergbau dadurch abzutragen, daß sie den Bergmann lehrt, wie er die Kräfte der Natur verstehen und benützen kann, damit seine Arbeit leichter werde, ihn sicher und schnell zu seinem vorgesetzten Ziele und zu reicherem Lohne führe; daß sie ihn ferner seine Rechte kennen lehrt und über die Ordnung aufklärt, in welcher die Knappschaft der Bergleute ein arbeitsames, friedliches, sorgenfreies Leben führen könne.

Alles dieses läßt sich in folgende Abtheilungen bringen:

I. Die Gesteinkunde, welcher aber eine Betrachtung über die gemeinsamen und besondern Eigenschaften dieser Naturkörper oder Irden vorangehen muß.

II. Die Gebirgskunde, in welcher zugleich das wesentliche über die Irden oder Mineralien, welche der Bergmann zu gewinnen sucht, erklärt werden soll.

III. Die Lehre vom Bergbau,

IV. Das Bergrecht, erklärt nach dem neuen Berg-Gesetze.

V. Die Knappschafts-Verhältnisse der Bergleute.

I. Die Gesteinkunde.

Gestein nennt der Bergmann alle Erdarten, Mineralien, (Irden), welche ihm bei dem Baue vorkommen.

Oberflächlich theilt er es in weiches und hartes Gestein, je nachdem es den Werkzeugen wenig oder viel Widerstand leistet; dann in edles und taubes Gestein, je nachdem es ihm einen nutzbaren Stoff bietet oder nicht. Bei näherer Betrachtung gibt es aber vielerlei Gesteine, Minerale, Erdarten oder Irden*)

*) Ich wähle von diesen 3 Ausdrücken für denselben Begriff das Wort: „Irden."

die sich an Gestalt, Farbe, Härte, Gewicht durch das Gefühl den Geruch und Geschmack sehr unterscheiden.

Wenn man noch tiefer in das Wesen der Irden eindringt und ihre letzten Bestandtheile, Elemente oder Grundstoffe erforscht, so muß man neue Unterschiede machen.

Der Bergmann hat es zwar nur mit einigen der vielen Irden zu thun, ihn ziehen die Metalle, die Erdkohlen, die Salze am meisten an, allein um diese zu suchen, zu gewinnen und zu Gute zu machen, kommt er noch mit gar vielen, fast mit Allen Irden in Berührung, und muß sie und ihre Natur kennen lernen.

Die Gesteinkunde zu lehren, gibt es zwei Wege: Man kann geradezu auf die Erde, ihre Berge und Thäler losgehen und die Felsen, das Gerölle, Sand- und Steinhaufen untersuchen und nun nach seinen äußerlichen und innern Eigenschaften kennen lernen, und diesen Weg schlägt der Arbeiter ein; oder man kann von den einfachen Bestandtheilen, den Grundstoffen anfangen, ihre Eigenschaften kennen lernen und dann beobachten, wie sie die Natur immer vielfacher zusammensetzt, bis die Steine und endlich die Gebirge daraus entstehen.

Diesen Weg werden wir hier einschlagen, um mittelst dieses Buches die Steine und überhaupt alle Irden kennen zu lernen, die für den Bergmann wichtig sind. Ehe wir uns aber an diese Beschreibung der Irden wagen, müssen wir erst von einigen Eigenschaften der Naturkörper und Erscheinungen an denselben sprechen wodurch das Verständniß erleichtert werden wird.

Die Kenntniß dieser Eigenschaften, Erscheinungen und besonderen Kräfte, welche dem Körper anhaften, oder welche in der Natur überhaupt verbreitet sind und die Veränderungen hervorbringen, welche wir täglich zu beobachten Gelegenheit haben, wird aber dem Bergmann in seinen Arbeiten überhaupt sehr nützlich seyn, denn er steht mit der Natur immer im Kampfe und muß sie zu bezwingen suchen. Das ist aber nur leicht möglich, wenn er ihre Eigenschaften kennt und ihre Kräfte zu seinem Vortheile zu nutzen versteht.

Vorkenntnisse.

Allgemeine Eigenschaften der Irden.

1. Alle Irden nehmen einen bestimmten Raum ein, sie sind in der Höhe, Breite, und Tiefe ausgedehnt. Man kann

einzelne Irden zusammen pressen, ausdehnen, aber man kann keinen irdischen Körper so zusammendrücken, daß er vernichtet würde; er leistet mehr und mehr Widerstand, bis dieser endlich so groß wird, daß man ihn nicht mehr überwinden kann. Bei den festen Irden, ist diese Eigenschaft auffallend, aber auch alle flüssigen und und luftförmigen Irden haben die Eigenschaft der Raumerfüllung oder Körperlichkeit. So läßt sich die Luft zusammenpressen z. B. in einem Glase, welches man umgestürzt in das Wasser taucht, aber keineswegs so sehr, daß sie vertilgt oder zu nichts würde. Der Widerstand, welchen die Irden andern sie verdrängenden Irden entgegensetzen ist sehr verschieden. Man theilt daher die Irden in feste, in flüssige, und luftförmige ein. Wie schwer es ist, in die festen Irden einzudringen, das erfährt der Bergmann an dem harten Gesteine genugsam.

Die flüssigen Irden, wie Wasser oder Quecksilber, leisten weniger Widerstand. Die luftförmigen Irden, äußern nur dann Widerstand, wenn sich ein anderer Körper sehr schnell darin bewegt, oder wenn der luftförmige Körper wenig Raum zum Ausweichen hat. So ermattet eine Kugel an dem Widerstande der Luft, selbst der schnelle Blitz kann in gerader Linie nicht durchschlagen, er weicht zickzack aus, und in einem engern Schacht, fällt eine hohle Tonne natürlich langsamer als in einem weitern.

2. Alle Irden sind theilbar. Der Bergmann kann daher durch alle Erdarten dringen und sich einen Weg bahnen. Die Mittel sind das Abbröckeln, wie bei dem Sandsteine, das Schneiden, wie bei zähem Thone, das Spalten, wie bei Schiefergestein, das Sprengen mit Pulver bei den festesten Gesteinen. Durch Wasser lassen sich einige Irden aufweichen, durch Feuer locker und mürbe machen. Der Bergmann muß alle diese Mittel anwenden, um entweder in die Erde einzudringen, oder aus den Steinen die nutzbaren Irden herauszuschlagen, auszukutten. Nach dem Widerstande, welchen die Irden der Zertheilung entgegensetzen, schätzt man die Härte derselben.

Um sie nach Stufen zu bestimmen, hat man bekannte Steinarten gewählt und, von den weichsten zu den härtesten, 10 solche Härtestufen angenommen.

Der Talk stellt die erste Härtenstufe dar,
Gips, die zweite,

Kalkspath, die dritte,
Flußspath, die vierte,
Apatit, die fünfte,
Feldspath, die sechste,
Quarz, die siebente,
Topas, die achte,
Korund, die neunte,
Demant oder Diamant, die zehnte,

Will man bestimmen, mit welcher dieser Härtestufen ein anderer Körper übereinstimmt, so versucht man, von den weichsten angefangen ihn mit den voranstehenden Prüfsteinen zu ritzen, und dagegen auch mit den zu untersuchenden Körper die folgenden Prüfsteine zu ritzen. Kann man den Stein z. B. nicht mehr mit Feldspath, aber schon mit Quarz ritzen, so hat er die Härte des Feldspathes.

Statt des Gipses kann man sich zu vorläufigen Untersuchungen auch des Fingernagels bedienen,
statt des Kalkspathes einer Kupfermünze,
statt des Flußspathes weichen Eisens,
statt des Apatites des Fensterglases,
statt des Feldspathes einer Stahlspitze, die eher zur Hand ist. Wir werden im Verlaufe dieses Buches die Härte immer mit diesen Zahlen bezeichnen. z. B. Schwefelkieshärte $6^1/_2$, das heißt, härter wie Feldspath, weicher wie Quarz.

Die Oberfläche, welche bei der Zertheilung der Irden namentlich beim Zerschlagen oder Zerbrechen zum Vorscheine kommt — der Bruch — ist sehr verschieden und manchen Irden ganz eigenthümlich. So spalten sich alle Spathe in glatte Flächen, der Opal muschlig, dehnbare Metalle hakig, die Kreide erdig rauh.

Manche Körper sind einer ungemein feinen Zertheilung fähig. Das Gold läßt sich in so feinen Draht ziehen, daß hundert und vierzig Drähte erst so dick werden wie ein einfacher Seidenfaden. Ein kleines Körnchen Salz zertheilt sich in einem Glase Wasser so fein, daß der kleinste Tropfen noch salzig schmeckt. Ein Gran Moschus vertheilt sich in der Luft eines Saals so fein, daß er überall noch gerochen werden kann, selbst wenn eine Zeit lang die Luft durchstreicht und unzählige Theile weg führte.

Die letzten feinsten Theile, aus welchen die Irden zusammengesetzt seyn mögen, und welche wir Atome nennen, müssen aber un-

endlich fein seyn, weil wir ihre Gestalt mit den stärksten Vergrößerungsgläsern noch nicht zu erkennen vermögen.

3. Wir dürfen annehmen, daß alle Irden lückig oder porös sind. Bei einigen sehen wir die Lücken mit bloßen Augen, bei andern erkennen wir die Lücken dadurch, daß sich Wasser oder Luft durchdrücken läßt. Füllt man z. B. hohle Kugeln von Eisen, Gold oder andern Metallen mit Wasser, verschließt sie fest und setzt sie einem heftigen Drucke aus, so dringt das Wasser in feinen Tröpfchen durch die Lücken oder Poren des Metalls. Auch das Wasser, welches der Sandstein, das Oehl welches der Thon einsaugt, beweist, daß diese Irden lückig sind. Daher saugt sich die Erde leicht mit Wasser an, so daß der Bergmann dieses überall zu seinem größten Verdrusse in den Tiefen der Erde findet und es erst herausschaffen muß aus seinem Baue, bevor seine eigentliche Arbeit beginnen kann.

4. Alle Körper lassen sich zusammendrücken. Metalle lassen sich leicht pressen und hämmern, auch das Wasser läßt sich etwas zusammendrücken, am meisten aber die Luft und andere luftförmige Irden.

5. Viele Körper nehmen dann, wenn der Druck, welcher sie aus ihrer Form brachte, aufhört, wieder ihre frühere Form mehr oder weniger vollkommen an. Man nennt diese Eigenschaft Elasticität oder Federkraft. Die Luft ist vollkommen elastisch. Auch der Stähl, und mehrere Metalle sind sehr elastisch.

6. Alle Irden dehnen sich in der Wärme mehr oder weniger aus. Diese Eigenschaft ist so merkwürdig und für den Bergmann ihre genaue Kenntniß so wichtig, daß wir sie genauer betrachten müssen. Wir lernen dabei die Wärme selbst näher kennen.

Die Wärme sollten Sie erst kennen lernen? Wer kennt nicht das angenehme, behagliche Gefühl, das wir im Winter im geheizten Zimmer, — in den ersten lauen Frühlingstagen im Freien empfinden, und das wir schon als Kinder in der erwärmenden Pflege der Mutter lieben lernten? Diese oberflächige Kenntniß aber reicht nicht aus, wir müssen zu ihr auch die Hitze zählen, welche eine unleidliche Empfindung erregt, ja selbst das geringe Maaß der Wärme, welche uns das Gefühl der Kälte bringt. Wie den Mann an seinen Handlungen, lernt man die Wärme am besten an ihren Wirkungen kennen. Wir hörten schon, daß alle Körper ausdehnbar sind. Lassen Sie uns das genauer untersuchen:

Wenn Sie einen Thermometer (Wärmemesser), welcher flüssiges Quecksilber in einer engen Glasröhre enthält, in die Hand nehmen, so können Sie sich überzeugen, wie durch größere Wärme z. B. der bloßen Hand, oder heißen Wassers, ꝛc. das Quecksilber ausgedehnt, also zum Aufsteigen gebracht wird; setzen Sie dagegen die Glasröhre mit Qecksilber einer geringern Wärme aus, z. B. in kaltes Wasser oder gar in Schnee und Eis, so wird sich das Quecksilber zusammenziehen, — daher in der Glasröhre sinken. Auch bei dem Wasser ist das der Fall. Sie wissen, wie leicht es überläuft, wenn es im Topfe am Feuer zum kochen gebracht ist. Auch die Luft dehnt sich in der vermehrten Wärme aus. Eine mit kalter Luft gefüllte Blase in ein warmes Zimmer gebracht schwillt an, über die Ofenhitze gehalten zerplatzt sie. Noch wichtiger ist die fernere Kraft der Wärme: feste Körper, wie Metalle, zu schmelzen und zu verflüchtigen, und das Eis in Wasser, das Wasser in Dampf zu verwandeln. Dazu gehört aber immer eine bestimmte Wärmestufe, die wir erst messen lernen müssen.

Der gewöhnliche Wärmemesser ist die schon oben erwähnte Quecksilbersäule in der Glasröhre. Man hat daran eine Stufenleiter von Graden auf folgende Weise angebracht. Zunächst bringt man das Ende der Glasröhre, welches in eine mit Quecksilber gefüllte Glaskugel ausläuft, in schmelzendes Eis, bezeichnet die Stelle, bis zu welcher die Quecksilbersäule reicht, mit Null, und nennt diese angezeigte Wärmestufe den Gefrierpunkt des Wassers oder Nullpunkt.

Dann taucht man die Kugel sammt der Röhre in siedendes Wasser, bezeichnet nach Reaumur's Vorschlag eine zweite Stelle, bis zu welcher die Quecksilbersäule jetzt steigen wird, mit 80 und nennt diese Wärmestufe den Siedpunkt des Wassers. Die Raumentfernung zwischen dem Siedpunkte und Nullpunkte theilt man in 80 gleiche Stufen oder Grade und setzt diese Eintheilung noch unterhalb des Nullpunktes, fort bis auf 25 Grade, die man Kältegrade nennt, obgleich selbst da noch immer hinreichend Wärme vorhanden ist, um z. B. das Quecksilber flüssig zu erhalten. Erst bei 32 Kältegraden erstarrt endlich auch das Quecksilber, und doch giebt es noch tiefere Kältegrade, die sich an einer Weingeistsäule messen lassen; also muß noch immer eine, wenn auch noch so geringe Menge Wärme vorhanden seyn; was

wir Kälte nennen, ist nur die unangenehme Empfindung niederer Wärmegrade. Man bezeichnet die Wärmegrade unter Null mit dem vorangesetzten Zeichen — die Wärmegrade über Null mit dem Zeichen +.

Mit diesen Wärmemessern können wir nun die Wärmestufen genau bestimmen und es hat sich gefunden, daß die Kälte an den

Polgegenden	— 28 bis 32 Grad beträgt.
Strenge Winterkälte der Luft in unseren Gegenden	— 10 bis 15
Gewöhnliche Winterkälte	— 5 bis 10
Angenehme Zimmmerwärme	+ 16
Gewöhnliche Sommerwärme	+ 15 bis 20
Sommerhitze	+ 20 bis 28
Durchschnittwärme in den heißesten Gegenden der Erde	+ 23
Körper und Blutwärme der Menschen	+ 29
Körperwärme der Vögel	+ 34
Schmelzpunkt des Wachses	+ 54
Entzündung des Phosphors	+ 60
Siedpunkt des Weingeistes	+ 62
Siedpunkt des Wassers	+ 80
Schmelzpunkt das Schwefels	+ 86
Schmelzpunkt des Bleies	+ 257
Siedpunkt des Quecksilbers	+ 288

Darüber hinaus hat man andere Wärmemesser angewendet und gefunden:

Den Schmelzpunkt des Silbers	+ 800 Grad
„ „ „ Gußeisens	+ 980
„ „ „ Goldes	+ 1000
„ „ „ Stabeisens	+ 1280

Mit Hülfe solcher Meßwerkzeuge hat man aber noch andere Erfahrungen gemacht, welche für den Bergmann sehr anziehend sind. Gute Keller gelten im Sommer für kalt, im Winter für warm. Das Innere der Bergwerke gleicht solchen guten Kellern. Man hat nun die Wärme darin gemessen und gefunden, daß sie Sommer und Winter nahezu eine gleiche ist und in unserer Gegend ungefähr + 10 Grade beträgt.

Das ist die Bodenwärme. Sie ist höher an der Mittellinie der Erde und steigt dort bis zu + 18 Grade, sie ist niederer an den Polen der Erde hin und fällt endlich mit dem Eispunkte zusammen.

Noch wichtiger ist aber folgende Erfahrung, die man mit dem Wärmemesser machte. Die Wärme nimmt in der Tiefe der Erde zu, und zwar alle 80 Fuß ungefähr einen Grad. Man hat das in offenen Schachten gefunden und in gebohrten Brunnen. Der gebohrte Brunnen von Grenelle bei Paris mißt 1680 Fuß und hat, wie das ausströmende Wasser zeigt, unten eine Wärme von + 26 Grad. In Freiberg haben die Schächte in der Teufe von 300 Fuß + 10, in der Teufe von 700 Fuß + 15, in der Teufe von 900 Fuß + 17 Grad Wärme. Man kann daraus noch den Schluß ziehen, daß eine Teufe von etwa 4000 Fuß das Wasser in siedenden Zustand und eine Teufe von 20000 Fuß oder beinahe einer Meile das Blei zum Schmelzen bringen müsse. Diese hohen Grade innerer Wärme der Erde bestätigen die aus der Erde sprudelnden heißen Quellen und die Ausbrüche der feuerspeienden Berge.

So hat die Natur in ihrer Freundlichkeit dem Bergmann eine warme Werkstätte für seine nützlichen Arbeiten bereitet.

Von dem Gesetze, daß die Wärme alle Körper ausdehne, müssen wir eine kleine Ausnahme machen. Diese findet beim Wasser statt. Das Wasser wird nur von + 3 Grad an und weiter, durch die Wärme ausgedehnt. Es ist bei dieser Wärme von + 3 Grad am dichtesten und schwersten und daher ist das Wasser in der Tiefe des Meeres — sowohl am kalten Nordpol wie auf dem heißen Erdgürtel — + 3 Grad warm. Hierin wollen wir eine der vielen weisen Einrichtungen Gottes erkennen. Wäre das kälteste Wasser oder das Eis am schwersten, so sänke es unter in Flüssen, Seen und im Meere, könnte von der Sonnenhitze nicht mehr geschmolzen werden; es würde bald das ganze nördliche und südliche Meer von unten herauf zu Eis erstarren und unsre gefrornen Flüsse, Teiche und Seen den ganzen Sommer kaum aufthauen. Von + 3 Grad abwärts dehnt sich das Wasser aber auch beim Erkalten wieder aus und ist als Eis so leicht, daß dieses auf dem Wasser schwimmt. Eine andere Ausnahme von dem Gesetze, daß die Wärme die Körper ausdehne ist nur scheinbar. Feuchtes Holz zieht sich in der Wärme, feuchter Thon z. B. Töpferwaaren, Porzellangeschirre ziehen sich im

Feuer zusammen, weil der Verlust des Wassers am Raume mehr beträgt, als bei der Ausdehnung durch die Wärme gewonnen wird. Die Wärme dehnt die Irden nicht bloß aus, sie vermag es auch, den Zustand der meisten umzuwandeln.

Wir sehen, wie Eis in ein warmes Zimmer gebracht, zergeht, wie Metalle in großen Feuern schmelzen; wir sehen ferner, wie Wasser in einem festen Gefäße über Feuer gebracht, kocht oder siedet und verdampft. Beobachten wir dieses Kochen in einem durchsichtigen Gefäße genauer, so bemerken wir, wie auf dem Boden Bläschen entstehen, die im Wasser empor steigen und oben platzend den Inhalt in die Luft gießen. Dieser Inhalt ist Wasserdampf.

Auch flüssige Metalle, wie Quecksilber, Blei, Zinn selbst Silber und Gold lassen sich durch große Hitze in Dampf verwandeln.

Die Wärme bewegt sich, sie vertheilt sich in einem Körper und wie ein kälterer Körper zu einem wärmern kommt, so geht ein Theil der Wärme von diesem in den kältern Körper über. Bringt man einen kalten Silberlöffel in die heiße Suppe, so erwärmt sich der Löffel; bringt man ein glühendes Eisen in kaltes Wasser, so erwärmt sich das Wasser. Der erwärmende Körper: dort die Suppe, hier das Eisen kühlt sich dabei aber so lange ab, bis beide Körper gleiche Wärme haben. Darauf beruhen die Arten der Heizung. Dabei bemerkt man, daß sich die Wärme in verschiedenen Körpern ungleich schnell bewegt. Ein Metallstab, den man mit dem einem Ende in das Feuer hält, wird am andern Ende schnell so heiß, daß man ihn nicht mehr in der Hand halten kann. Feuerarbeiter müssen daher die Zange öfter wechseln, oder an dem Werkzeuge eine hölzerne Handhabe anbringen, denn im Holze bewegt sich die Wärme sehr langsam. Es giebt daher gute Wärmeleiter, wie die Metalle und die Edelsteine und träge Wärmeleiter, wie lockeres Gestein, Holz, Luft und besonders die Kohle. Es ist bekannt, wie eine nur wenige Zoll große Kohle an einem Ende glühen kann, während das andere Ende noch ganz kalt ist, ja vielleicht Eis trägt. Man kann also nach Willkühr die Wärme von einen Körper in den andern leiten, oder in einem Körper auch längere Zeit fest halten. Man braucht den kalten Körper nur in warmes Wasser, in warme Luft oder in eine Flamme zu bringen, um ihn zu erwärmen; und wieder den heißen Körper, um ihn abzukühlen, in eine kalte Umgebung, welche

die Wärme gut leitet. Will man die Wärme in einem Körper bewahren, so umhüllt man ihn mit einem trägen Wärmeleiter z. B. mit Asche oder Kohlenstaub, oder mit Pelzwerk, Federn und dergleichen. Mit diesen Mitteln kann man auch einen kalten Körper vor andringender Hitze schützen, indem man z. B. Wasserleitungen im Winter mit Stroh einhüllt. So lange die Wärme, welche einen Körper flüssig oder flüchtig gemacht hat, in diesem vorhanden, mit ihm gleichsam verbunden ist, so lange bleibt er flüchtig oder flüssig, wie aber die erforderliche Wärme ihm wieder entzogen wird oder frei ausströmt, so wird der Körper wieder fest. Bei der Umwandlung des Dampfes in Wasser wird daher viel Wärme entbunden oder frei, wie wir an den Abkühlungsvorrichtungen z. B. bei Dampfmaschinen bemerken. Auch wenn ein flüssiger Körper fest wird, entbindet er Wärme, wie wir an dem erstarrenden Eisen oder auch beim ersten Schneefall wahrnehmen können.

Der Bergmann bedient sich der Wärmekraft bei seiner Arbeit einmal beim Feuersetzen, um das zu bearbeitende Gestein mürbe zu machen, dann bei der Sprengarbeit, wo das Pulver durch den zündenden Funken plötzlich flüchtig gemacht wird, sich mehr als Tausend Mal ausdehnt und mit dieser Kraft die festen Gesteine zersprengt; endlich bei der Dampfmaschine, wo die Wärme benützt wird, um das Wasser in Dampf zu verwandeln und indem es dann einen 1700 mal größern Raum braucht, den Kolben im Dampfcilinder auf- und abschiebt. Beim Schmelzen der festen Körper, was auch durch die Wärme geschieht, können wir eine andere merkwürdige Eigenschaft der Irden beobachten. Geschmolzene Körper, wie das Wasser, Quecksilber oder andere Metalle zeigen fast gar keine Zusammenhangskraft (Cohäsion) mehr. Man kann ohne Widerstand die Masse zertheilen bis in die feinsten Theile, nur nehmen diese gerne noch eine Kugelgestalt an, sie ziehen sich in Tropfen zusammen, daher man diesen Zustand den tropfbar flüssigen nennt. Nur an ihrer Oberfläche bemerkt man noch einen geringen Zusammenhalt. Man kann sich davon überzeugen, wenn man eine sehr feine Nadel behutsam auf die Oberfläche des Wassers legt. Dieser Widerstand ist aber unbedeutend gegen die Festigkeit der meisten starren Körper. Sie wissen, wie schwer Stahl zu brechen, Gold zu zerreißen oder Edelsteine zu ritzen sind, selbst Eis ist sehr fest und kann nur durch starke Axtschläge zertrümmert werden. Erwärmt oder erhitzt man

aber diese Körper, so verlieren sie allen Zusammenhang, sie zergehen, zerfließen von selbst. Erhitzt man solche flüssige Körper z. B. Wasser, Quecksilber noch mehr, so verlieren sie auch die Kraft sich in Tropfen zusammen zu ziehen, sie verdampfen, verflüchtigen wie die Luft und erfüllen in der dünnsten Vertheilung jeden Raum. Ein Körnchen verdampfenden Schwefels riecht man im ganzen Zimmer, zum Beweise, daß überall Theilchen davon verbreitet sind.

Wir dürfen aber nicht glauben, daß deßhalb diese Körper vernichtet sind. Man kann die Irden wohl auf manchfaltige Art umstalten und verwandeln, aber vernichten, aus der Welt hinausschaffen, dazu ist uns keine Gewalt gegeben. Die Natur selbst verwandelt stets die vorhandenen Stoffe, verbindet und trennt sie wieder, aber verlieren wird sie nicht das kleinste Theilchen lassen. Das versottene Wasser, das verflüchtigte Metall ist nur in Dampf verwandelt, welcher abgekühlt sich wieder in Tropfen sammelt oder fest wird, wie man sehen kann, wenn man über kochendes Wasser oder über verflüchtigendes Metall eine kalte Platte hält, woran sich der Dampf niederschlägt.

Von der Zusammenhangskraft (Cohäsion) ist eine Anhangskraft oder das Ankleben (Adhäsion), welche auch zwischen verschiedenen Körpern statt finden kann, zu unterscheiden. Ich erinnere Sie daran, wie zwei glatte Glasscheiben, zwei Metallplatten auf einander gelegt zusammenhängen; wie zwei Tropfen, einander genähert, zusammen fließen, wie Wasser am Glase und Holze, Quecksilber an Metallen hängen bleibt. Allein solche n ä s s e n d e Flüssigkeiten bleiben nicht bloß an der Außenseite fester Körper hängen; wenn diese lückig oder porös sind, sondern sie dringen ein, und zuweilen mit großer Gewalt. Davon macht der Bergmann einen kunstvollen Gebrauch. Er treibt dürre Holzkeile in Steinspalten, die er sprengen will, und gießt nun Wasser auf die Keile. Dieses dringt mit solcher Gewalt in die feinen Röhren des Holzes ein, daß dieses aufquillt und die härtesten Steine sprengt. Das Aufquellen des Thones im Wasser, der Sand, welcher Wasser einsaugt, das Feuchtwerden aller Gegenstände sind Beispiele dieser Naturkraft der Anziehung. In sehr feinen Lücken oder Röhren dringt die Flüssigkeit weit ein und steigt hoch empor, ihre eigenene Schwere überwindend. Auf diesen Thatsachen beruht das Gesetz der Wasserseilmaschine, die wir später beim Bergbau besprechen werden.

Die letzte allgemeine Eigenschaft der Irden ist

8. die Schwere, wodurch sie auf die Unterlage drücken, oder bei weggenommener Unterstützung gegen den Mittelpunkt der Erde zu fallen streben. Im luftleeren Raume fallen alle Körper gleich schnell, und zwar in der 1. Secunde 15, in 2 Secunden 60, in 3 Secunden 135 in 4 Secunden 240 Fuß u. s. f. Man berechnet den Raum des Falles, wenn man die Secunden mit sich selbst und dann mit 15 multiplicirt, wodurch man die Anzahl Fuß erhält. Der Druck, welchen verschiedene, wenn auch gleich große Körper auf die Unterlage ausüben, ist sehr verschieden. Er hängt wahrscheinlich von der Dichte der einzelnen Atome ab und heißt das eigenthümliche Gewicht des Körpers. Man nimmt in der Wissenschaft bei dem Wasser z. B. einen schuhgroßen Würfel davon als Einheit an, und vergleicht damit das Gewicht anderer Körper von derselben Größe. So hat man gefunden, daß Schwefel 2, der Diamant 3=, Eisen 7=, Silber 10=, Gold 19 mal schwerer als das Wasser ist.

Da man durch Hämmern, Zusammenpressen und überhaupt durch Verdichten die Körper in Vergleich ihres Umfanges schwerer machen kann, so darf man auch sagen: Der schwerere Körper ist dichter und man nennt die Schwere auch die Dichte des Körpers. Wir werden sie den Eigenschaften der verschiedenen Irden in Zahlen beisetzen, indem bei festen uud tropfbaren Körpern das Wasser, bei luftförmigen die gewöhnliche Luft als vergleichende Einheit angenommen ist. Aber nicht bloß die festen und flüssigen Irden sind schwer, auch die Luft und andere luftförmige Irden äußern einen Druck auf die Unterlage, haben Gewicht und Schwere und streben nach dem Mittelpunkte der Erde hin.

Wenn man aus einem Federkiele die Luft mit dem Munde aussaugt, so hängt er an den Lippen an, weil ihn die äußere Luft andrückt. Läßt man durch eine Luftpumpe aus einem etwa 2 Zoll breiten Rohre die Luft unten herauspumpen, während man auf die obere Oeffnung die Hand andrückt, so kann man die Hand nicht mehr wegnehmen und aufheben. Man fühlt einen Druck auf der Hand, und dieser rührt von der Schwere der Luftsäule her, welche auf 1 Quadratzoll mit dem Gewichte von ungefähr 14 Pfunden drückt. Pumpt man aus einer Röhre, die in Quecksilber eingetaucht ist, die Luft aus, so hebt der Druck der Luft auf die äußere Queck=

silberfläche das Quecksilber in der Röhre ungefähr 28 Zoll. Auf dieser Erfahrung beruht das Gesetz des Barometers oder Luftmessers. Senkt man eine Röhre senkrecht in das Wasser und pumpt die Luft an der obern Oeffnung heraus, so steigt das Wasser 32 Fuß in der Röhre empor, weil es 13 mal leichter als Quecksilber, von dem äußern Drucke der Luft auch 13mal höher gehoben werden muß. Darauf beruht unsere Wasserpumpe, welche auch im Bergbau so häufige Anwendung findet.

Besondere Eigenschaften einiger Irden.

Wir heben daraus hervor

1. Die Farbe.

So schön auch die Blumen von der Natur gemalt seyn mögen, so herrlich manche Thiere besonders die Schmetterlinge, Muscheln und Vögel gefärbt sind, sie werden von der Farbenpracht der Irden, besonders der Edelsteine und Metalle übertroffen. Alle Regenbogenfarben sind über das große Reich der Irden vertheilt und ausgegossen, und das dunkelste Sammtschwarz, wie das reinste Weiß und den Glanz des Silbersweiß kann man in einer Steinsammlung bewundern. Die Maler nehmen ihre schönsten Farben daraus. An den Farben läßt sich der Glanz bemerken. Man unterscheidet den Metallglanz, welcher den reinsten Spiegel darstellt, dann den Glas- oder Edelsteinglanz von minderer Stärke, dann den mattern Fettglanz. Bewunderung erregend ist das lebhafte Spiel aller Regenbogenfarben bei dem Diamanten, der minder lebhafte aber eigenthümliche Lichtschein jener Farben beim edlen Opal (das Opalisiren) das Regenbogenspiel (Irisiren) z. B. an manchen Bergkristallen, an Kalkspath und Gips, das Schillern z. B. am Labrador; die Zeichnung als Punkte, Flecken, Flammen, Adern, Streifen, Aeste; endlich der Strich.

Wenn man das zu untersuchende Mineral auf einer Platte von rauhem Porzellan reibt, oder mit der Spitze eines festen Werkzeuges ritzt oder streicht, so erhält man ein Pulver, dessen Farbe der Strich heißt. Er ist nicht immer von gleicher Farbe mit der ganzen Stufe, oft glatt, oft glänzend und dient daher mit als Erkennungszeichen der Irdengattungen und Arten.

2. Der Geschmack ist sehr verschieden:

Zusammenziehend wie z. B. beim Vitriole,

süßlich-sauer, wie beim Alaun,

salzig, wie beim Küchensalz,
laugenhaft, wie beim Natron,
kühlend, wie beim Salpeter,
bitter, wie beim Bittersalz,
harnähnlich, wie beim Salmiak,
sauer, wie bei der Schwefelsäure.

3. Der Geruch ist bei den meisten Irden unmerkbar.

Nur beim Reiben riechen einige Eisenkiese schweflicht, der Arsenikkies nach Knoblauch, mancher Kalkspath, Schwerspath und Gips brenzlich, Erdharze und Erdkohlen, beim Brennen harzig.

4. Das Anfühlen ist bei einigen Irden, wie z. B. Talk fett, bei der Kreide trocken, bei andern glatt, fein oder rauh. Einige, wie der Thon und der Klebschiefer bleiben an der Zunge kleben.

5. Der Klang.

Mehre Irden tönen, wenn man an sie schlägt; z. B. der Bergkristall, der Klingstein. Metalle endlich wie Stahl, Silber, Kupfer ertönen mit dem schönsten Klange, daher man daraus, Glocken, Federn und Saiten für Musikinstrumente bildet.

Noch wäre über die Gestalt, welche den meisten Irden in höchster Auszeichnung eigenthümlich ist, und vorzugsweise über die Kristallisation viel Schönes zu sagen. Es setzt die Lehre davon aber mehr Schulkenntnisse voraus, als ich bei allen meinen Lesern annehmen darf, ich muß daher hier auf besondere Bücher über die Mineralogie jene verweisen, welche tiefer eindringen wollen.

In einer eigenthümlichen dem Leben ähnlichen Kraft, über welche die Chemie oder Scheidekunst lehrt, sind die Eigenschaften der Irden begründet, wornach sie sich verbinden und trennen und gegenseitig umwandeln. Diese werden wir erst dann betrachten, wenn wir die einfachen Irden aufgezählt haben.

A. Einfache Irden.

(Urstoffe oder Elemente.)

Wenn wir uns bei der Untersuchung eines Körpers nicht mit den äußeren Erscheinungen, Gestalt, Farbe, Gewicht, Geschmack u. s. w. begnügen, sondern in das innere Wesen einzudringen suchen,

so finden wir wieder einen wichtigen Unterschied. Manche Irden lassen sich in zwei oder mehrere verschiedene Körper scheiden. So läßt sich durch Erwärmen aus der feuchten Thonerde das Wasser austreiben; erhitzt man Zinnober, so verflüchtigt sich der Schwefel und das Quecksilber läßt sich davon abscheiden; man kann solche Körper in ungleichartige Theile trennen. Manche Irden dagegen z. B. reines Gold, Schwefel, oder Quecksilber, lassen sich wohl zertheilen, schmelzen, verflüchtigen aber nicht vertilgen, und nicht in ungleichartige Theile trennen.

Dieses sind also einfache Stoffe, jene zusammengesetzte. Man nennt die einfachen Irden auch Elemente, Grundstoffe oder Urstoffe, weil sie die Urbestandtheile aller zusammengesetzten Irden, ja selbst der Pflanzen und Thiere, also der Erde mit allem, was ihr angehört, sind. Man hat bis jetzt über 60 solche einfache Stoffe kennen gelernt, von denen etwa die Hälfte für den Bergmann wichtig erscheinen.

Darunter gehören zunächst alle bekannten Metalle, dann die Grundbestandtheile der Erdarten, des Thones, Kiesels und Kalks, welche merkwürdiger Weise auch metallische Eigenschaften haben, ferner die Kohle, die Grundbestandtheile der Luft und des Wassers und die Grundbestandtheile noch einiger andern Irden.

Hier folgt ihre Aufzählung mit Angabe ihrer vorzüglichsten Eigenschaften. Da aber selbst die umständlichste Beschreibung zum richtigen Erkennen und zur sichern Bestimmung nicht ausreicht, so ist für den Anfänger die Anschauung und Kenntniß der Mineralien selber in einer gut geordneten, Sammlung vor Allem nothwendig.

1. Gediegen Platin,

übertrifft alle Irden selbst die übrigen Metalle an Schwere, das Wasser 21 mal; ist stahlgrau hart, sehr strengflüssig, läßt sich aber wie Eisen schweißen, ist sehr dehnbar und wird meist in plattrunden, eckigen Körnern gefunden.

2. Gediegen Gold.

Schwere 19. Seine schöne gelbe Farbe und seine weiche Zähigkeit, (es läßt sich mit dem Messer in feine Späne schneiden) kennzeichnet es vor andern Irden, denen es an Farbe und Glanz ähnlich ist. Es wird zuweilen in mehrere Pfund schweren Klumpen,

gewöhnlich aber in kleinen Körnchen, als Draht, Haare, und baumförmig und als Blättchen gefunden.

3. Gediegen Silber.

Die Dichte ist 10. Es ist so weich und dehnbar wie Gold und hat entweder seine eigenthümliche weiße Farbe, oder kommt braun, gelb oder schwarz angelaufen vor.

4. Gediegen Quecksilber

ist leicht an seiner zinnweißen Farbe, an seiner Flüssigkeit und der Schwere, welche die des Wassers 13 mal übertrifft, zu erkennen.

5. Gediegen Kupfer.

Durch seine rothe Farbe und Geschmeidigkeit erkennbar. Es kommt in stänglichen, baum- und moosartigen Bildungen vor und ist fast 9 mal so schwer als Wasser.

6. Gediegen Blei

ist sehr selten; es findet sich in der Form von Draht, Haaren, oder dünnen Blättchen gestaltet vor. Seine Schwere hat gleichfalls 11, die Eigenschaft der Geschmeidigkeit und eigene graue Farbe.

7. Gediegen Eisen

findet sich selten, und zwar in hell oder dunkelgrauen Körnern eingesprengt. Die großen Blöcke, welche man angeblich gefunden hat rühren wahrscheinlich alle von aus der Luft niedergefallenen „Meteorsteinen" her. Die Dichte des Eisens ist die siebenfache des Wassers. Es ist weich, hämmerbar, strengflüssig, läßt sich in der Weißglühhitze schweißen und hat das ausschließlich Eigenthümliche, daß es vom Magnete angezogen wird.

Die anderen wichtigen Metalle, das Zinn und Zink wurden noch nicht gediegen in der Erde gefunden und lassen sich nur durch die Kunst von andern Körpern geschieden und rein darstellen.

8. Das Zinn

ist sehr leicht schmelzbar, 7 mal schwerer als Wasser, weich, hämmerbar und hat seine eigene stahlgraue Farbe.

9. Das Zink

ist an Farbe dem Zinn ähnlich, aber nur 6 mal schwerer als Wasser, hämmerbar und läßt sich zu Draht ziehen.

Das sind die wichtigsten Metalle für den Bergmann und ihrer Aufsuchung wendet er seine meiste Arbeit zu. Als Nebengewinn bei dem Hauptbaue und als häufige Begleiter der obigen Metalle erscheinen noch folgende.:

10. Gediegen Wismuth

ist 9 mal schwerer als Wasser, hat eine weiße etwas ins Röthliche spielende Farbe, ist so spröde, daß es sich pulvern läßt, aber zugleich so leichtflüssig, daß es schon in der Flamme einer Kerze schmilzt.

11. Gediegen Antimon

kommt selten vor, ist 6 mal schwerer als Wasser, von geringer Härte aber spröde und zinnweiß.

12. Kobalt

ist nur durch die Kunst rein darzustellen und erscheint dann als ein dunkel bleigraues, etwas ins Röthliche ziehendes Metall, welches 8 mal schwerer als Wasser, nur wenig dehnbar ist, und sehr schwer schmilzt.

13. Nickel,

von der Kunst rein dargestellt, neigt von Silberweiß ins Stahlgraue, ist hart, aber sehr dehnbar, streng flüssig, 8 mal schwerer als Wasser und läßt sich wie Eisen und Platin schweißen.

14. Mangan

erscheint durch die Kunst rein dargestellt, dem Gußeisen ähnlich aber weniger hart. Es ist 8 mal schwerer als Wasser.

15. Chrom

ist rein dargestellt grauweiß, spröde, sehr hart, strengflüssig und 5 mal schwerer als Wasser.

16. Gediegen Arsen

hat einen zinnweißen bis grauen Metallglanz läuft jedoch an der Luft bald schwärzlich an. Es ist hart, 5 mal so schwer wie Wasser und an dem nach Knoblauch riechenden Dampf beim Erhitzen erkennbar. Es ist die Grundlage der giftigen Arsenikverbindungen.

Mit dieser Reihe sind die metallischen Irden nicht geschlossen; es ist der Scheidekunst gelungen auch aus Steinen und Erdarten, Metalle als Grundbestandtheile auszuscheiden, wo man es nicht leicht vermuthet hätte, und wenn auch die daraus gewonnenen Metalle noch wenig Werth haben, so ist deren Kenntniß für den Bergmann doch in so fern nützlich, als er mit einigen dieser Gesteine sehr viel zu schaffen hat.

17. Das Calcium,

der Grundbestandtheil des Kalkes.

18. Das Alumnium,
der Grundbestandtheil des Thones.

Ich führe hier gleich noch unter

19. Das Silicium
an, wenn es auch nicht unter die eigentlichen Metalle gezählt wird. Es ist der Grundbestandtheil des Kiesels.

Alle drei sind unscheinbar, in reinem Zustande als einfache Stoffe, bis jetzt fast ganz unnutzbare Körper; bei ihrer Zusammensetzung mit andern Körpern, namentlich mit Sauerstoff, bilden sie aber den größten Theil der festen Erde. Von großer Wichtigkeit sind ferner:

20. Das Magnium,
als Grundbestandtheil des Talkes oder der Bittererde.

21. Das Kalium,
der Grundbestandtheil des Kali und der Pottasche.

22. Das Natrium,
der Grundbestandtheil des Natron und des Kochsalzes.

23. Das Barium,
als Grundbestandtheil des Schwerspathes oder Barytes.

Die Scheidekunst hat noch viele einfache Stoffe durch Ausscheidung aus ihren Verbindungen entdeckt, die aber dem Bergmanne minder wichtig sind, daher ich bloß die Namen anführe, welche ihm doch nicht ganz fremd bleiben dürfen, und bei enigen nur eine Bemerkung beifüge, die den Namen vielleicht im Gedächtnisse hält.

24. Das Chlor,
welches mit dem Natrum verbunden das Kochsalz bildet.

25. Das Fluor,
der Hauptbestandtheil des Flußspathes.

26. Das Brom und
27. Das Jod,
Bestandtheile des Meerwassers und mehrerer Heilquellen.

28. Das Beryllium
ein Bestandtheil des edlen Berylls und Smaragdes.

29. Cadmium,
30. Cerinum,
31. Didym,
32. Erbium,
33. Iridium,
34. Lanthan,
35. Lithium,
36. Molybdän,
37. Niobium,
38. Norium,

39. Osmium,
40. Palladium,
41. Pelopium,
42. Rhodium,
43. Ruthenium,
44. Selen,
45. Tantal,
46. Tellur,
47. Terbium,
48. Thorium,
49. Titan,
50. Das Uran, ein Bestandtheil des als Farbe hochgeschätzten Uranerzes oder der Pechblende.
51. Venadium,
52. Wolfram,
53. Yttrium,
54. Bor,
55. Zirkonium, ein Bestandtheil des edlen Zirkons.

Wir schließen die lange Reihe einfacher Stoffe wieder mit sehr wichtigen und bekannten Irden.

56. Der Phosphor.

Dieser leicht entzündliche Stoff, (60 Grad Wärme oder ein leichtes Reiben reichen dazu hin) ist ein wachsweicher, farbloser, durchsichtiger Körper, der aber dem Lichte ausgesetzt, bald gelb wird. Er ist fast noch einmal so schwer wie Wasser, an der Luft stößt er weiße Dämpfe von auffallendem Geruche aus, die im Dunkeln leuchten.

57. Der Schwefel

schmilzt bei 86 siedet bei 260 Graden und verwandelt sich in einen rothen Dampf. Im Wasser nicht, sondern nur in heißem Leinöl und Terpentinöl löst er sich auf. Merkwürdig sind die vielen Verbindungen, die er besonders mit Metallen eingeht, und die wir später bei den zusammengesetzten Irden ausführlich betrachten werden.

58. Der Kohlenstoff

ist als Holzkohle, Erdkohle und Graphit sehr bekannt. Kristallisirt bildet er den schönsten und kostbarsten Stein der Erde: den Diamant (Demant). Man hat sich davon überzeugt, indem man kleine Diamanten, am offenen Feuer glühen ließ und sah, wie sie gleich der Kohle verglühten ohne einen Rückstand zu hinterlassen.

Der Diamant ist der härteste Stoff auf Erden, er ritzt alle Steine und wird von keinem geritzt. Daher man ihn auch nur wieder mit Diamanten schleifen kann, indem man kleine Diamanten in Staub zerschlägt, und mit diesem die Schleifscheibe überzieht. Er hat den schönsten Steinglanz, ein herrliches Farbenspiel, „Feuer" und ist gewöhnlich ganz rein und durchsichtig, doch gibt es auch

farbige und schwarze Diamanten. Er ist viermal so schwer wie Wasser.

Hier bei der Kohle sieht man recht deutlich, daß die Dichte, die Durchsichtigkeit, die Farbe und Härte von der Gedrängtheit oder Lockerheit überhaupt von der Anordnung der kleinsten Theile oder Atome des Stoffes abhängt. Wie verschieden ist die Holzkohle, der Graphit, der Ruß von dem Diamanten!

Auch die Unzerstörbarkeit der einfachen Stoffe kann man an der Kohle beobachten. Wenn man einen Diamanten oder eine andere Kohle in einem verschlossenen Gefäße noch so sehr erhitzt und glüht, sie bleiben unverändert, nur wenn die Luft oder deren brennbarer Theil, der Sauerstoff dazu kommt, dann verbindet er sich in der Hitze mit diesen zu Kohlensäure, welche dann luftförmig wird.

Es gibt auch einfache luftförmige Stoffe und diese sind gerade die wichtigsten für alle Menschen. Sie heißen:

59. Sauerstoff,
60. Stickstoff,
61. Wasserstoff,

und bilden in ihrer Zusammensetzung:

Der Sauerstoff mit dem Stickstoffe die Luft,
der Sauerstoff mit dem Wasserstoffe das Wasser.

Die Luft und das Wasser machen dem Bergmanne so viel zu schaffen, daß er sie wohl als Freund und Feind näher kennen soll. Die gute Luft fehlt ihm meistens in seinem tiefen Bau und er muß sie mit Mühe hineinschaffen, das noch schlimmere Wasser aber wird ihm dort unten immer zu viel und er muß es mit noch größerer Mühe herausschaffen. Wir werden aber sehen, daß sich ihm beide auch wieder dienstbar erweisen. Die Luft bläst ihm sein Hüttenfeuer an und hilft ihm die Steine schmelzen; das Wasser hilft ihm Gold waschen und Erze schlemmen, treibt seine Förderungskünste und das obere Wasser hebt wohl gar das Untere heraus.

Bei dem einfachen Körper des Sauerstoffes will ich zugleich an einem Beispiele zeigen, wie man auf seine Entdeckung kommen konnte.

Wenn man unter einer Glasglocke, die auf einen mit Wasser angefüllten Teller so gestürzt wird, daß nun keine Luft mehr heraus und hinein kann, Schwefel verbrennt, so sieht man, wie die Luft abnimmt und das Wasser in den leer gewordenen Raum empor steigt.

Es ist offenbar ein Theil der Luft verloren gegangen, aber welcher?

Man untersuchte die zurückgebliebene Luft und fand, daß sie nicht mehr zum brennen taugte, jede hineingebrachte Flamme erlosch wie unter Wasser gebracht, also jener Theil war verloren gegangen, welcher das Brennen unterhält.

Man fand ferner, daß die zurückgebliebene Luft nicht mehr zum Athmen taugte, sie befriedigte die Lungen nicht, wer sie fortathmen sollte, mußte ersticken; der verlorne Theil war also Lebensluft, der zurückgebliebene Theil Stickluft; oder, wie man den einfachen Stoff nannte, Stickstoff.

Nun untersuchte man den verbrannten Schwefel, dem man unter dem Glassturze in Dampfform aufgefangen hatte. Man fand den Schwefel säuerlich geworden; und überzeugte sich bald, daß mehrere Körper, welche diesen Stoff aus der Luft aufnahmen, sauer wurden. Man nannte daher diesen Stoff, welcher in der Luft das Athmen möglich macht, das Brennen unterhält und mit vielen Körpern verbunden, diese sauer macht, Lebensluft oder wie jetzt allgemein Sauerstoff.

Es handelte sich nur noch darum, ihn aus einem Körper auszuscheiden und rein darzustellen, um seine Eigenschaften kennen zu lernen. Das gelang, indem man Quecksilberoxid, oder chlorsaures Kali in einem Kolben; oder Braunstein in einem Flintenlaufe erhitzte, wobei der flüchtig gewordene luftförmige Sauerstoff durch eine geeignete Vorrichtung aufgefangen wurde. Man erhielt einen luftförmigen Körper, ein Gas, welches durchsichtig, farblos, geruchlos und geschmacklos und etwas schwerer als Luft ist.

Auch der Stickstoff ist ein farbloses, geruch- und geschmackloses Gas, das um $^1/_{10}$ leichter ist, als Luft.

Diese wichtige Entdeckung, daß die Luft aus zwei verschiedenen Gasen als einfachen Stoffen bestehe, führte schon auf den Gedanken zu untersuchen, ob das Wasser nicht zusammengesetzt sey. Man überzeugte sich auch bald davon, indem man Wasserdämpfe durch einen glühenden Flintenlauf streichen ließ, und fand, auch im Wasser sey Sauerstoff, welcher sich mit dem Eisen des Flintenlaufes verband, wodurch der zweite Stoff, den man Wasserstoff nannte, frei geworden dem Flintenlauf entströmte. Der Wasserstoff ist ein farbloses, geruch- und geschmackloses Gas, welches sich vor den

andern durch Leichtigkeit auszeichnet. Es ist 14mal leichter als Luft und steigt in Blasen gefüllt in der Luft wie Kork im Wasser empor. Man verwendet es daher zur Füllung der seidenen Bälle bei der Luftschiffahrt.

Uebergang zu den zusammengesetzten Irden.

Alle irdischen Körper, alle Mineralien, Pflanzen und Thiere sind aus diesen eben angeführten einfachen Stoffen zusammengesetzt. Bei den Pflanzen geschieht die Zusammensetzung durch eine besondere Kraft: die Wachsthumskraft der Pflanzen (Vegetationskraft).

Bei den Thieren ist es die Lebenskraft, welche die einfachen Stoffe zu den Bestandtheilen des Leibes verbindet.

Auch bei den Irden kann man eine der Lebensthätigkeit der Pflanzen und Thiere ähnliche Kraft beobachten, welche die einfachen Stoffe verbindet, durch neue Verbindungen wieder trennt und so umwandelt, daß sie Gestalt, Farbe, Härte und fast alle Eigenschaften verlieren, um neue anzunehmen. Man nennt diese Kraft den Chemismus und könnte ihn füglich die Lebenskraft der Irden, Verbindungskraft nennen.

Man hat die Erscheinungen und Gesetze dieser Kraft genau erforscht und in eine besondere Lehre: die „Chemie" gebracht, aus welcher wir die nothwendigsten Vorkenntnissen herausheben wollen, ehe wir zur Aufzählung und Beschreibung der zusammengesetzten Irden schreiten.

Wir haben die einfachen Stoffe, wie Gold, Schwefel, Sauerstoff u. s. w. kennen gelernt. Wir nennen diese aufgezählten Stoffe einfache, weil sie bis jetzt nicht weiter zerlegt werden konnten. Wir hörten auch, daß die meisten derselben verschiedene Zustände annehmen fest, flüssig oder flüchtig werden können durch Einwirkung der Wärme, aber sie können nicht vernichtet, nicht weiter zerstört werden. Gold für sich geschlagen, zerrieben, geschmolzen und verdampft bleibt immer Gold. Wenn man aber verschiedene einfache Stoffe miteinander in Berührung bringt, wenn beide oder auch nur eines von ihnen flüssig sind, so gehen sie mit einander Verbindungen ein, welche zwar auch keinen der Theile vernichten, aber doch wesentlich verändern.

Betrachten wir die Erscheinung an Beispielen. Sie kennen den gelben erdigen Schwefel und das zinnweiße flüssige Quecksilber. Wenn man beide mit einander schmilzt, so erhält man — Zinnober, ein Pulver, welches nicht gelb und nicht weiß, sondern hochroth ist und von beiden Urstoffen ganz verschiedene Eigenschaften hat. Die Verbindung ist so innig, daß man selbst mit Hilfe der stärksten Vergrößerungsgläser im Zinnober keine Schwefel- und Quecksilbertheile mehr findet, es ist kein Gemenge mehr, es ist ein neuer Körper, eine chemische Verbindung.

So verbindet sich Zink und Kupfer zu Messing.
Eisen und Sauerstoff zu Rost oder Hammerschlag,
Eisen und Kohlenstoff zu Stahl,
Silber und Quecksilber,
Chlor und Natrium zu Kochsalz,
Sauerstoff und Wasserstoff zu Wasser,
Sauerstoff und Kohlenstoff zu Kohlensäure.

Die verbundenen Stoffe können sich noch weiter mit andern verbinden z. B.

Messing noch mit Zinn zu Glockengut,
Kochsalz, mit Wasser,
Kohlensäure mit Kalk zu Marmor.

Die verbundenen Stoffe können auf mehrfache Weise wieder getrennt werden. Einige durch bloße Wärme, wenn ein Bestandtheil sich leichter verflüchtigt als der andere. So wird aus dem kohlensauren Kalk oder Marmor durch das Brennen die Kohlensäure ausgeschieden. Das in Quecksilber aufgelöstete (angequickte) Silber wird davon ausgeschieden, indem man das Quecksilber verdampfen läßt, worauf der lückige Silberkuchen zurückbleibt. Salzwasser trennt sich, indem das Wasser an der Luft verdunstet und das feste Salz zurückläßt.

In den meisten Fällen lassen sich aber chemisch verbundene Körper nur durch Hinzutritt eines dritten Stoffes scheiden, womit sich ein oder der andere Stoff vereinigt. Da man die einfachen Stoffe in der Natur gewöhnlich schon zusammengesetzt vorfindet, also zuerst zerlegen mußte, ehe man neue Verbindung versuchte, so nennet man die Kunst die sich damit beschäftigt, auch die Scheidekunst. Um zum Beispiele aus dem Zinnober das Quecksilber von Schwefel zu scheiden, so setzt man Eisen hinzu und erwärmt alles;

dann verbindet sich der Schwefel mit dem Eisen und läßt das Quecksilber frei. Denn, bringt man Eisen, Quecksilber und Schwefel zusammen, so verbindet sich der Schwefel immer mit dem Eisen; er wählt gleichsam zwischen beiden, er scheint dem Eisen näher verwandt. Man nennt diese Eigenheit der einfachen Stoffe daher auch chemische Wahlverwandschaft.

Manche Stoffe kann man nach beliebigen Gewichtsmengen mit einander chemisch verbinden so z. B. Kupfer mit Zink.

71 Gewichtstheile Kupfer mit 29 Thln. Zink geben Messing,

85 Th. Kupfer mit 15 Th. Zink geben Tombak, Rothmessing, Similor,

85 bis 97 Th. Kupfer mit 15 bis 3 Th. Zinn geben Bronce,

75 bis 80 Th. Kupfer mit 25 bis 20 Th. Zinn, geben Glockenmetall,

2 Th. Kupfer 1 Th. Nickel und ein Theil Zink geben Neusilber oder Argentan.

Ebenso wird Gold und Silber mit Kupfer verbunden, „legirt", um es dadurch zu härten, ehe man es zu Münzen prägt, die sich weniger abreiben sollen.

Doch alle Stoffe verbinden sich nicht nach beliebigem Maße, sondern die meisten verbinden sich nur unter bestimmten Gewichtsverhältnissen. So verbinden sich Kupfer mit Sauerstoff nur zu 395 mit 100 Gewichtstheilen. Mengt man Sauerstoff mit Wasserstoff und entzündet es, wodurch eben die Verbindung entsteht, so nehmen 100 Gewichtstheile Sauerstoff nur 12 Gewichtstheile Wasserstoff an.

340 Theile Eisen verbinden sich mit 201 Th. Schwefel zum einfachen Schwefeleisen.

340 Th. Eisen mit 402 Th. Schwefel geben Eisenkies.

Diese bestimmten Mengen, womit sich die einfachen Stoffe mit einander verbinden, hat die Wissenschaft großentheils schon erforscht, so daß man umgekehrt in einem verbundenen Stoff z. B. im Zinnober, weiß, daß darin 1265 Theile Quecksilber und 201 Theile Schwefel nach dem Gewichte enthalten sind.

Man hat diese Gewichtsmengen mit welchen sich die einfachen Stoffe verbinden, in folgenden Zahlen ausgerechnet. Ich setze nur die dem Bergmann wichtigen Stoffe her, füge an dieser Tafel noch das Zeichen des einfachen Stoffes sammt den fremden Namen

bei, aus dessen Anfangsbuchstaben das Zeichen entnommen ist, weil der Bergmann sie in andern wissenschaftlichen Büchern häufig unter diesen Zeichen angeführt findet, und sie des kurzen Ausdruckes wegen auch hier Anwendung finden können.

Sauerstoff, O (Oxigenium*) 100	Kiesel Si (Silicium) 277
Gold, Au (Aurum) 1243	Thon Al (Alumium) 171
Silber, Ar (Argenteum) 1351	Kalk Ca (Calcium) 256
Platin, Pl 1233	Kohlenstoff, C (Carbo) 75
Quecksilber, Hy (Hydrargyrum) 1265	Kalium, Ka 490
	Natrium, Na 290
Kupfer, Cu (Cuprum) 345	Magnium, Mg 158
Blei, Pb (Plumbum) 1294	Barium, Ba 857
Eisen, Fe (Ferrum) 340	Brom, Br 978
Zinn, Sn (Stannum) 735	Jod, J 1580
Zink, Zn 403	Fluor, Fl 233
Antimon Sb (Stibium) 1612	Arsen, As 940
Wismuth Bi (Bismuthum) 1330	Phosphor, P 392
Kobalt Co 370	Schwefel S (Sulphur) 201
Nickel Ni 370	Chlor, Cl 442
Mangan Mn 345	Wasserstoff H (Hydrogenium) 12
Chrom Cr 351	Stickstoff N (Nitrogenium) 177

Nach dieser Bezeichnung kann man sich in wissenschaftlichen Büchern sehr kurz ausdrücken in folgender Weise: Wasser = H O bedeutet: Das Wasser besteht aus 12 Gewichtstheilen Wasserstoff und 100 Gewichtstheilen Sauerstoff.

Chloreisen = Fe Cl bedeutet das Chloreisen besteht aus 340 Thl. Eisen und 442 Thl. Chlor. Dabei bemerkte man den merkwürdigen Umstand, daß sich zwei Körper wohl auch noch unter andern Gewichtsverhältnissen verbinden, diese höhern Verbindungen sind aber immer ein vielfaches der ersten Verbindung.

So besteht Schwefelsäure aus 340 Theilen Eisen und 201 Thl. Schwefel also Fe S. Eisenkies aus 340 Thl. Schwefel also Fe und 2mal S oder kürzer ausgedrückt Fe S_2.

Zusammengesetzte Körper können sich aber wieder weiter verbinden. So besteht gelöschter Kalk aus Kalk, Sauerstoff und aus Wasser oder Ca O + H O.

---

*) Von dem Namen des Sauerstoffes Oxigen leitet man den Namen seiner Verbindungen her, die Oxide oder Säuren heißen.

Mit sehr wenigen Ausnahmen verbinden sich die Irden nur im tropfbar flüssigen Zustande mit einander. Will man ihre Verbindung veranlassen, so muß man eines von ihnen oder beide entweder schmelzen oder in einer Flüssigkeit auflösen. Dazu dient vorzüglich das Wasser.

Da aber der Sauerstoff eine sehr große Neigung hat, sich mit den Körpern zu verbinden und dann aus dem Wasser und der Luft, wo er in unermeßlicher Menge enthalten ist, sich trennt, so genügt es häufig, Irden, welche eine nahe chemische Wahlverwandschaft zu ihm haben, nur in's Wasser oder an die Luft, besonders in feuchte Luft zu bringen, um die Verbindung einzuleiten. Jeder weiß, wie leicht Eisen in feuchter Luft oder im Wasser rostet. Der Rost ist eine Verbindung des Eisens mit Sauerstoff, Eisenoxid. Auch der Grünspan, womit sich das Kupfer überzieht, ist ein Oxid. Eben so leicht verbindet sich Blei mit Sauerstoff, Zink, Zinn und fast alle Metalle, nur Platin, Silber und besonders Gold verbindet sich nicht leicht mit dem Sauerstoff in der Luft, und wird daher von der feuchten Luft nicht angegriffen, wie wir an den Vergoldungen der Blitzableiterspitzen oder andern dem Wetter ausgesetzten Vergoldungen bemerken. Um diese edlen Metalle zu oxidiren oder aufzulösen, braucht man Flüssigkeiten, die viel Sauerstoff enthalten und diesen leicht fahren lassen; z. B. Salpetersäure, eine Flüssigkeit, welche fünfmal so viel Sauerstoff enthält, als die Luft (nämlich 177 Thl. Stickstoff und 500 Thl. Sauerstoff $= NO_5$. Weil man diese Flüssigkeit zur Auflösung edler Metalle verwendete, so nannte man sie auch Scheidewasser. Noch einer besonderen Erscheinung bei der chemischen Verbindung müssen wir die Aufmerksamkeit zuwenden, das ist die Wärme und Lichtentwickelung.

Ich will an recht Bekanntem anknüpfen. Wenn das Brod säuert, wenn der Essig, der Most gährt, so erhöht sich seine Wärme. Wenn man Wasser in Schwefelsäure gießt, so erhitzt sie sich. Es sind Verbindungen des Sauerstoffes mit verschiedenen andern Stoffen. Geht die Verbindung eines Körpers mit Sauerstoff sehr schnell und in größerer Menge vor, so entwickelt sich eine sehr große Hitze und zugleich Licht, Gluth und bei luftförmigen Körpern Flamme, was wir verbrennen nennen.

Reibt man Phosphor, daß er warm wird, so verbindet er sich mit Sauerstoff so heftig zu Phosphorsäure, daß die Wärme und

Lichterscheinung erfolgt. Darauf beruhen die Phosphor-Reibhölzchen. Erhitzt man Holz mit Reiben oder durch einen Brennspiegel, so erfolgt auch die Entzündung, d. h. eine sehr heftige chemische Verbindung des Kohlenstoffes mit Sauerstoff.

Dieser brennende Theil erhitzt zugleich das angränzende Holz, daß sich dieses wieder so heftig mit Sauerstoff verbindet, und so wird das Brennen fortgesetzt. Auch erhitztes Oel, Unschlitt, Wachs u. d. gl. verbinden sich brennend mit Sauerstoff; darauf beruht die Anwendung der Oellampen und der Kerzen. Auch Kohlenstoff- und Wasserstoffgas verbinden sich flammend mit Sauerstoff. Darauf beruht die Gasbeleuchtung.

Beim Athmen sondert sich Kohlenstoff aus dem Blute in den Lungen ab und verbindet sich mit dem Sauerstoffe in der eingeathmeten Luft; dabei entsteht die angenehme Wärme, die unser Blut in den Lungen erhält und durch alle Theile des Körpers führt. —

Nach Mittheilung dieser erprobten Erforschungen wollen wir nun auf die Verbindungen einfacher Stoffe, wie sie in der Natur vorkommen, näher eingehen. Die Manchfaltigkeit der zusammengesetzten Irden ist sehr groß. Man kennt deren bereits mehre hundert Arten und eine Sammlung derselben setzt den Betrachter durch die Abwechslung der Gestalten, Farben, Härten und anderer Eigenschaften gewiß in Staunen.

Wir müssen uns hier darauf beschränken, nur diejenigen aufzuzählen, welche dem Bergmanne bei seiner Arbeit in die Hände kommen können, und besonders jene hervorzuheben, aus denen er die Stoffe gewinnen kann, die er durch seine Arbeit eben zu erlangen sucht. Weil es ihm immer mehr um den Inhalt als die Form der Irden zu thun ist, so habe ich auch die Eintheilung darnach eingerichtet und bei jedem Minerale die einfachen Bestandtheile angegeben, wenn auch nur mit dem kurzen Zeichen. Die Leser finden in der vorstehenden Tafel den fremden Namen Zahlen beigesetzt, die Ihnen wohl auch fremd vorkommen werden, die aber von großer Wichtigkeit sind. Bei allen *zusammengesetzten* Irden nämlich will der Bergmann zuerst wissen, aus welchen Bestandtheilen sie bestehen z. B. Zinnober aus Quecksilber (Hg) und Schwefel (S) mit den Zeichen beider angedeutet **Hg S**; ferner in welchem Verhältnisse die Bestandtheile mit einander verbunden sind, wie viel Gewichttheile von jedem Urstoffe in dem zusammen-

gesetzten Mineral enthalten sind. Im obigen Beispiele von Zinnober soll zugleich angegeben seyn, wie viel Gewichttheile Schwefel und wie viel Gewicht Quecksilber im Zinnober enthalten sind. Dazu dienen die Zahlen in der vorstehenden Tafel.

Bei **Hg**, was Quecksilber bedeutet, steht 1265. Bei **S**, was Schwefel bedeutet, steht 201. Nach diesen Gewichttheilen verbinden sich immer Schwefel und Quecksilber zu Zinnober. Das Zeichen **Hg S** bedeutet also nicht allein Quecksilber und Schwefel, sondern zugleich 1265 Thl. Quecksilber und 201 Th. Schwefel.

Es herrscht aber das merkwürdige Gesetz, daß sich die einfachen Stoffe immer in den durch die Zahlen-Tafel ausgedrückten Gewichttheilen verbinden, oder auch genau mit 2-, 3-, 4-, 5mal so vielen, als die einfache Gewicht-Zahl anzeigt.

Das schwarze Schwefeleisen besteht aus **Fe S**, das heißt nach der Tafel aus 340 Theilen Eisen (**Fe**) und 201 Thl. Schwefel (**S**)

Der Schwefelkies besteht aus FeS_2 das heißt aus 340 Thl. Eisen (**Fe**) und zweimal 201 oder 402 Thl. Schwefel (S_2).

Rotheisenstein besteht aus Fe_2O_3 nämlich 780 Theilen Eisen und 300 Theilen Sauerstoff u. s. w.

Diese Kenntniß nun soll Sie in den Stand setzen, auch den Gehalt solcher Irden beurtheilen zu können.

Wenn ich nur jene Mineralien hätte aufnehmen wollen, welche Ziel des Bergbaues sind, so wäre das wohl ein Geizen mit den Schätzen der Wissenschaft gewesen, welches mir die Leser verargt hätten. Welch eine traurige Rolle würde ein Landwirth spielen, der keine andern Thiere als die seines Stalles, keine andern Pflanzen, als die er ansäet, kennen sollte? Der Bergmann aber hat noch ungleich mehr Grund recht viele Steinarten kennen zu lernen; werthlose können ihn mit ihrem Glanze eben so irre führen, wie der Kobalt und der Kies schon manchen irre geführt hatte, während daneben ein kostbarer Stein in unscheinbarer Gestalt von ihm unbeachtet bleibt. Im Wissen trägt Keiner zu schwer. Eine andere Frage ist die: ob man aus dem Buche ein tüchtiger Steinkundiger werden kann? Aus dem Buche allein nicht; aber ich schreibe für Bergleute, welche immer die Natur vergleichen können; ich lasse auch alle Eigenschaften weg, die man nur merkt, wenn man sie durch die Sinne erfaßt hat und begnüge mich daher lieber mit Einem sinnefälligen Merkmale statt mehrere unsichere anzu-

geben. Wer sich vollständig über Gesteinkunde unterrichten will, muß sich dazu eines größern Handbuches der Mineralogie z. B. von Naumann, Mayer oder Haidinger bedienen.

B. Zusammengesetzte Irden.

I. Verbindungen einfacher Stoffe mit dem Sauerstoff.

Der Sauerstoff hat die merkwürdige Eigenschaft, daß er sich fast mit allen Stoffen zu verbinden sucht und dadurch oft ihre frühern Verbindungen löst.

Die wichtigste Verbindung des Sauerstoffes ist zunächst die mit dem Stickstoffe: die gewöhnliche Luft. Sie bildet eine die Erde rings umhüllende Schichte von etwa 7 Meilen Mächtigkeit und erfüllt alle zugänglichen Räume. Sie folgt daher auch dem Bergmanne in die Schächte, in die Stollen und Strecken. Sie ist ihm aber auch unentbehrlich und zwar zum Athmen und zum Unterhalten des Brennens. Sie sichert ihm also Leben und Licht. Doch nur so lange als sie rein ist. Die Luft nimmt nämlich alle Dämpfe alle Gasarten auf. Darunter ist das Kohlenstoffgas die häufigste. Die gewöhnliche Luft enthält in 2000 Theilen etwa zwei Theile Kohlensäure, die in dieser Menge dem Athmen noch nicht nachtheilig ist. Wenn sich aber zu viel Kohlensäure in geschlossenen Räumen anhäuft, wie es besonders in Kohlenbergwerken der Fall ist, so wirkt sie wie Gift auf die Lungen und tödtet alle Athmenden. Aber auch durch das bloße Athmen, den Luftverbrauch schon, kann die Luft in geschlossenen Räumen allmälig unbrauchbar werden. Die Gelehrten haben nämlich gefunden, daß beim Athmen die Luft zerlegt wird. Es wird ihr der Sauerstoff entzogen, der mit dem im Blute enthaltenen Kohlenstoffe als Kohlensäure wieder ausgeathmet wird, und so bleibt in solchen geschlossenen Räumen zuletzt nur Stickstoff und Kohlensäure zurück, die zum Athmen unbrauchbar sind. Das ist in Schächten und tiefen Bergbauten, in welchen keine frische Luft zuströmen kann, die keinen Wetterwechsel haben, immer der Fall. Das Athmen wird dann schwerer, und die Arbeiter ersticken endlich. Wie wir zum Athmen, so bedarf Oel, Holz, Unschlitt u. s. w. zum Brennen Sauerstoff und verzehrt ihn oder richtiger gesprochen:

die Flammenhitze verwandelt den Brennstoff in Kohlensäure, denn die Flamme ist eben nichts Anderes als die heftige Verbindung des Kohlenstoffes im Oel, Unschlitt, Wachs, Holz u. s. w. mit Sauerstoff, wodurch Kohlensäure entsteht.

Wo wir nicht athmen können wegen Mangel an Sauerstoff, da kann auch kein Licht brennen; der Bergmann benützt daher das Licht zur Prüfung, ob die Luft im Schachte oder im Stollen noch Sauerstoff enthalte, und flieht die Orte, wo das Licht matt brennt, oder verlöscht. Die einfache Verbindung des Stickstoffes mit dem Sauerstoffe und zwar 177 Thl. Stickstoff mit 100 Thl. Sauerstoff (N O) ist Luft. Der Stickstoff verbindet sich aber mit dem Sauerstoffe noch in einem andern Verhältnisse und zwar 177 Thl. Stickstoff und 200 Thl. Sauerstoff (NO_2) wodurch Stickstoffoxid entsteht.

177 Thl. Stickstoff und 300 Thl. Sauerstoff (NO_3) bilden salpetrige Säure.

177 Thl. Stickstoff mit 500 Thl. Sauerstoff und Wasser ($NO_5 + HO$) bilden Salpetersäure.*) Sie ist mit Wasser verdünnt, als Scheidewasser und noch in weiterer Verbindung mit Salzsäure, als Königswasser bekannt; beide werden zur Scheidung von Metallen und zur Prüfung des Erz-Gehaltes benützt.

Eine zweite sehr wichtige Verbindung des Sauerstoffes ist jene mit Wasserstoff wodurch Wasser gebildet wird; es besteht aus 100 Thl. Sauerstoff und 12 Thl. Wasserstoff. (HO).

Das Wasser, dieses unentbehrliche, wohlthätige Geschenk der Natur für den Menschen kann zum wahren Verderben des Bergmannes werden, denn es hindert ihn unter der Erde fast überall, und setzt ihm in der Tiefe zuletzt unüberwindliche Hindernisse. Wir werden im Bergbau mehr davon sprechen. Hier will ich das Wasser nur als vorzügliches Lösemittel der Irden andeuten. Das Wasser löst die Thonerde, Kalkerde, selbst die Kieselerde und viele andere Stoffe auf, wie besonders die Mineralquellen, große Flüsse und das Meer beweisen, und setzt diese Auflösungen im ruhigen Zustande, oder bei der Verdünstung wieder ab. Ein großer Theil der Erdoberfläche ist aus solchem Niederschlage entstanden.

*) Der Kürze wegen bedient man sich des Zeichens + für zugerechnet, dann des Zeichens — für abgerechnet, endlich des Zeichens = für sind gleich.

Die Verbindungen mit Wasser nennt man gewöhnlich Hydrate. Dabei wird oft auch von festen Körpern Wasser aufgenommen, besonders geschieht es während der Kristallisation, daher man solch gebundenes Wasser auch Kristallisationswasser nennt.

Mit Kohle verbindet sich der Sauerstoff zu Kohlensäure. Sie besteht aus 75 Theilen Kohlenstoff und 200 Thl. Sauerstoff. ($C O_2$) und ist ein farbloses, geruchloses Gas, welches der gewöhnlichen Luft immer beigemengt ist in dem Verhältnisse, daß 5000 Maaß derselben 2 Maaß Kohlensäure enthalten. Auch das Wasser enthält sie, oft in so reichlichem Maaße, daß es säuerlich schmeckt und in den darnach benannten „Sauerbrunnen" in Bläschen sich absondert. So erfrischend in solchem Maaße die Kohlensäure für unsere Lungen und unsern Magen ist, so schädlich kann sie in reicherm Maaße geathmet, wirken. Es gibt Höhlen z. B. die Hundsgrotte in Italien, wo sie aus der Erde ausströmt und jeden der sie athmet, tödtet. Beim Verbrennen des Holzes, der Holzkohle, der Erdkohle beim Athmen, bei der Mostgährung, wird viel Kohlensäure erzeugt. Häuft sie sich in einem engen Raume an, so vergiftet sie Jeden, der darin athmet und er stirbt an Erstickung. Daher die Todesfälle in Zimmern, wo Kohlen offen gebrannt werden, in Kellern, wo der Most gährte und besonders in Kohlenbergwerken, wo sich viele Kohlensäure entwickelte. Man nennt diese verdorbene mit Kohlensäure vergiftete Luft „böse Wetter" oder „Schwaden" und viele Vorrichtungen im Grubenbau haben den Zweck, die untern Räume von dieser tödtlichen Luft zu befreien. Wir werden davon im Bergbau reden. Noch gefährlicher ist die Mengung des Kohlenstoffes mit dem Wasserstoffgase, die in Steinkohlenbergwerken häufig vorkommt. Der Bergmann fürchtet sie unter dem Namen „schlagende Wetter". Denn ihre Entzündung hat eine Platzung (Explosion) zur Folge, ähnlich wie beim angezündeten Pulver, die alles tödtet, was sie erfaßt. Auch die Vorsichtsmaßregeln gegen diese Gefahr werden wir im Bergbau besprechen.

Wir lassen diesen Verbindungen gleich noch einige folgen, in welchen der Sauerstoff heftige Wirkungen zeigt und recht anschaulich hervortritt.

Mit Schwefel verbindet sich der Sauerstoff:

1. zu schwefeliger Säure. Sie besteht aus 201 Theilen Schwefel und 200 Theilen Sauerstoff ($S O_2$) und bildet sich, wenn

man Schwefel an der Luft erhitzt. Er verbrennt dann mit blauer Flamme zu einem stechend und erstickend riechenden farblosen Gas woraus eben diese Säure besteht. Die schwefelige Säure nimmt aus der Luft allmählig noch mehr Sauerstoff auf und wird dadurch

2. zur Schwefelsäure, welche aus 201 Th. Schwefel und 300 Th. Sauerstoff besteht (SO_3). Mit Wasser verbunden bildet sie das Schwefelsäurehydrat ($SO_3 + HO$) oder die concentrirte Schwefelsäure.

Das Schwefelsäurehydrat ist eine geruchlose, farblose, höchst ätzend saure Flüssigkeit und ausgezeichnet durch die Kraft, sich mit noch mehr Wasser zu verbinden, welches es aus feuchter Luft aus Pflanzen und Thieren heftig an sich zieht. Dadurch werden die in Thieren und Pflanzen enthaltenen übrigen Stoffe bloß gelegt, so daß sie augenblicklich geschwärzt und alsbald ganz verkohlt und zerstört erscheinen. Die Schwefelsäure löst ferner die meisten Metalle auf und äußert zu den Metalloxiden eine so kräftige Verwandschaft, daß sie das Metall an sich reißt und fast alle übrigen Säuren abscheidet, welche mit diesem verbunden waren. Deßhalb benützt man die Schwefelsäure zur Darstellung der meisten andern Säuren, wie der Salpetersäure, die wir schon kennen lernten und der Phosphorsäure, die wir nun betrachten wollen.

3. Die Phosphorsäure ist eine Verbindung von 392 Theilen Phosphor und 500 Theilen Sauerstoff (PO_5). Man gewinnt sie gewöhnlich aus den thierischen Knochen, worin sie mit Kalk verbunden erscheint (phosphorsaurer Kalk — $PO_5 + CaO$). Man kann sie aber auch darstellen, indem man Phosphor verbrennt. Es bildet sich ein schneeiges Pulver, welches an der Luft schnell Wasser anzieht und zerfließt.

Nächst diesen Verbindungen sind die Verbindungen des Sauerstoffes mit Kiesel, Alumnium und Calcium die merkwürdigsten, denn sie bilden die Kieselerde, den Thon und den Kalk, welche die häufigsten Gebirgsarten der Erde ausmachen.

Die Kieselerde.

Man hat die Kieselerde, oder den Quarz lange für einen einfachen Körper gehalten, der im Wasser nicht auflöslich, im Feuer nicht zerstörbar schien. Endlich ist es der Scheidekunst gelungen die Kieselerde zu zerlegen. Sie besteht aus 277 Theilen Silicium oder Kiesel und 300 Theilen Sauerstoff (SiO_3).

Der Hauptgrundstoff der Kieselerde, oder das Silicium erscheint als ein braungraues Pulver, welches beim Erhitzen in Sauerstoffgas sich zu schneeweißer Kieselerde verbindet. Die Kieselerde ist ein Hauptbestandtheil der Erdrinde und macht wohl nächst dem Sauerstoffe die Hauptmasse der festen Erde aus.

Der Kiesel ist ein harter Stein, der am Stahle Funken gibt (das gewöhnlichste Erkennungsmittel) und nur von Korund, in seinen weichern Gattungen von Topas geritzt wird. Er selbst ritzt den Feldspath und alle weichern Gesteine. Sein Gewicht ist $4\frac{1}{2}$mal größer als das des Wassers. Am reinsten erscheint der Kiesel im Bergkristall. Er wird in wasserhellen sechsseitigen Säulen gefunden, die oft mehrere Zolle im Durchmesser haben. Oefter ist er schwach gefärbt und enthält nicht selten Tropfen Wasser (überschüssiges Kristalisationswasser) oder andere Irden als Blättchen u. d. gl. eingeschlossen.

Der Amethyst ist durch etwas Manganoxid violett gefärbter Kiesel, gemeiner Quarz ist derber, körniger Kiesel. Er ist meistens weiß und an den Kanten durchscheinend oft auch schön gefärbt, als Rosenquarz, blau als Siderit, Schillerquarz oder Katzenauge, dessen Farbe eigenthümlich schillert. Der undurchsichtige in Kugel- Trauben- oder Nierenform vorkommende Quarz heißt bei blaß blauer Farbe Chalcedon, roth und gelb Carneol, grün Chrysopras, rauchgrau, milchweißgestreift Onyx, und gelbbraun mit rothem Wiederschein, Sardonyx.

Der Jaspis ist undurchsichtig, gelb, roth und braun, mit einem größern Gehalte von Thonerde und Eisenoxid.

Der Achat ist ein Gemenge von Amethyst, Chalcedon, und Jaspis in Bandform (Bandachat) Spitzbogenform (Festungsachat) und in andern schönen Zeichnungen.

Der Feuerstein, Hornstein und schwarze Kieselschiefer (Wetzstein und Probierstein) sind andere gemeine Arten des Quarzes.

Der Opal besteht aus Kieselerde und Wasser. Er kristallisirt nicht, sondern kommt meistens in derben glasartigen Massen vor mit muschligem Bruch. Der edle Opal hat ein schönes Farbenspiel.

Der gemeine oder Halb-Opal ist wenig oder nicht durchsichtig und ohne Farbenspiel. Nach dem äußern Ansehen heißt

er Wachsopal, Pechopal, Holzopal, der apfelgrüne Prasopal, der in kleinen, nierenförmigen, traubigen und tropfsteinartigen Gestalten, ziemlich durchsichtig vorkommende wird Hialith oder auch Gummistein genannt. Der Eisenopal oder Jaspopal ist durch Eisenoxid roth gefärbt. Der Kieselsinter und Kieselguhr sind ebenfalls wasserhaltige Quarze, welche sich aus kieselhaltigem Wasser absetzen.

Der Zirkon, davon der schönrothe Hyacinth, besteht aus Kiesel und Zirkonerde.

Der Thon.

Die reine Thonerde besteht aus 342 Thl. Alumium und 300 Thl. Sauerstoff ($Al_2 O_3$). Sie ist nächst der Kieselerde der Hauptbestandtheil der uns bekannten Erdrinde und bildet eine zahlreiche Gruppe wichtiger Gesteinarten.

Die schönste festeste Verbindung daraus sind die Korunde und zwar: der Saphir, ein kostbarer Edelstein, welcher nur von Diamant geritzt wird und alle andern Irden ritzt. Er ist spaltbar, hat muschligen Bruch, starken Glasglanz und ist schön blau, oder auch gelb, grün, und weiß; mit schöner rother Farbe, wird er Rubin genannt.

Dann der gemeine Korund, welcher in rauhen kaum durchscheinenden, meist trüb und unrein gefärbten Kristallen vorkommt; man schätzt, an ihm nur die ausgezeichnete Härte die ihn zum Schleifen und Poliren der Edelsteine eignet. Dazu dient auch

der Smirgel, welcher aus dichten, körnigen Massen besteht, wenig glänzend von blaugrauer Farbe.

Die folgenden Arten können nur deshalb unter die Thonerde eingereiht werden, weil diese Hauptbestandtheil ist, dabei aber noch Kieselerde und andere Irden enthalten. Die gemeine Thonerde unterscheidet sich von der Kieselerde durch die Zähigkeit, durch das Ankleben an der Zunge, und gewöhnlich durch einen eigenthümlichen Geruch. Schnell getrocknet bekommt sie Risse. Sie zieht das Wasser sehr heftig an und läßt es sich nur durch Feuer im Glühen vollständig entziehen. Daher sich der Thon im Feuer noch zusammenzieht.

Man unterscheidet im gewöhnlichen Leben die Thonerde in Letten, der sich fett anfühlt und zäher, bildbarer und dichter ist und in Lehm, welcher durch Kieselerde lockerer geworden ist.

Der Thon ist im reinen Zustande weiß; die gelben, rothen, grünen Farben rühren größten Theils vom Eisenoxyd her, sehr schwarzer Thon, ist oft von Kohle gefärbt. Besondere Arten sind noch:

Die Porzellanerde oder Kaolin; sie besteht aus 3 Thl. Thonerde, 4 Thl. Kieselerde und 6 Thl. Wasser, und erscheint als eine derbe, erdige Masse, weiß oder blaß gefärbt;

die Gelberde durch Eisenoxid gefärbt;

der Trippel und das Steinmark.

Der Axinit und der Turmalin oder Schörl besteht aus Thon, Kiesel und gewöhnlich noch fremden Beimischungen. Seine Härte ist 5 bis 7, seine Dichte 2 bis 4. Die Farbe ist verschieden.

Ihm verwandt in Eigenschaften sind die Granate: der Pyrop und Egeran in Böhmen, die Härte 6 bis 7, Dichte 3 bis 4, die Farbe verschieden. Am beliebtesten ist die dunkelrothe.

Der schön gelb gefärbte Topas besteht aus Kiesel, Thon und etwas Flußsäure.

Der blaßgrüne Chrysoberyll aus Kiesel, Thon und Kalk.

Der Kalk

bildet die dritte Gruppe der Hauptbestandtheile der Erdrinde. Der Kalk ist eine Verbindung von 256 Thl. Calcium und 100 Thl. Sauerstoff ($Ca\,O$) und als gebrannter Kalk mit seinen Eigenschaften allbekannt. In diesem Zustande kommt er aber in der Natur nicht vor, weil er zu große chemische Verwandtschaft mit dem Wasser, mit Kohlensäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure besitzt.

Wir sehen, wie leicht der gebrannte Kalk an der Luft zerfällt, indem er ihr das Wasser entzieht. Uebergießt man den gebrannten Kalk mit Wasser, dann verbindet er sich damit so heftig zu Kalkhydrat (gelöschtem Kalk), daß er sich stark erhitzt.

In der Natur kommt er am häufigsten vor mit Kohlensäure verbunden ($Ca\,O + C\,O_2$) als kohlensaurer Kalk, und zwar

als Kalkspath, körniger Kalkstein, als Marmor und Kreide,

dann mit Schwefelsäure verbunden, als Gyps und Alabaster, endlich

mit Phosphorsäure verbunden in den thierischen Knochen. Bei den Schwefel- und Kohlensäure-Verbindungen werden wir diese Arten näher betrachten.

Mit Magnium verbindet sich der Sauerstoff zu Magnesia (MgO). Diese bildet in ihren Verbindungen einige wichtige Gesteinarten.

Der Periklas ist fast reine Magnesia, bestehend aus 258 Thl. Magnium und 100 Thl. Sauerstoff.

Das Bittersalz ist schwefelsaure Magnesia, und ist der Hauptbestandtheil der Bitterwasser.

Der Talk ist eine Verbindung von 62 Thl. Kieselsäure und 30 Thl. Magnesia. Er fühlt sich besonders glatt und fett an, ist sehr weich und weiß oder blaßfarbig. Er tritt als Talkschiefer in Masse auf, und eine Abänderung davon, der Topfstein, läßt sich schneiden und drehen.

Der Serpentin besteht aus Kieselerde und Magnesia, gewöhnlich durch Eisenoxid grünlich gefleckt gefärbt. Er ist nur so hart wie Kupfer und läßt sich schneiden und drechseln.

Der Speckstein,

der Seifenstein und

der Meerschaum sind andere Arten, welche leicht geschnittten werden können.

Der Augit besteht aus Kieselsäure, Magnesia und bedeutend viel Eisenoxid und Thonerde, wodurch er dunkel, grün und schwarz gefärbt wird.

Die Hornblende ist ihm ähnlich, und gewöhnlich von starkem Glanze.

Der Asbest, Amianth von seiner Feuerbeständigkeit, Steinflachs von der Biegsamkeit seiner Fäden genannt und der Bergkork von der Aehnlichkeit mit der Korkrinde, kristallisiren in feinen Nadeln und Haaren.

Mit Kalium verbindet sich der Sauerstoff zu Kaliumoxid oder Kali (KaO),

dann zu Kalihydrat oder Aetzkali, eine weiße steinharte Masse, die aufgelöst im Wasser, als sogenannte Aetzlauge dadurch merkwürdig ist, daß sie alle Pflanzen und Thierstoffe, besonders aber Fette, auflöst, mit denen letzten sie sich zu Seife verbindet.

Auch mit Salpetersäure verbindet sich das Kali zu salpetersauerem Kali ($KaO + NO_5$) oder gemeinhin Salpeter genannt, das einen kühlend salzigen Geschmack und die merkwürdige Eigenschaft hat, daß es durch Hitze geschmolzen mit allen brennbaren Stoffen das lebhafteste Feuer entwickelt. Es ist das begreiflich,

wenn wir uns erinnern, daß das Verbrennen in der Verbindung des Sauerstoffes mit andern Körpern besteht. Je mehr Sauerstoff geboten wird, desto heftiger wird das Verbrennen vor sich gehen. Nun enthält der Salpeter außer Kalium, und Stickstoff auch noch 600 Theile Sauerstoff, die wohl die ausgiebigsten und heftigsten Verbindungen bewirken können.

Man mengt daher das Salpeter mit recht endzündlichen Stoffen, und zwar mit Schwefel und Kohle und erhält dadurch das Schießpulver. Bei der Entzündung wird alles zu Gas, dehnt sich dabei mehr als 1000 Fuß plötzlich aus und übt damit die staunenswerthe Kraft, welche auch der Bergmann zum Sprengen der härtesten Gesteine benützt.

Auch sehr wichtige Gebirgssteine enthalten Kalium, und zwar:

Der Feldspath. Er besteht aus Kali, aus Kiesel und Thon ($Ka\,O$, $Si\,O_3 + Al_2\,O_3$, $Si\,O_3$), kristallisirt in sehr manchfaltigen säulenartigen Formen, ist vollkommen spaltbar und hat unebenen Bruch. Seine Härte ist 6. Er ist durchsichtig, glasglänzend, auch weiß, fleischfarben und grün. Der nicht kristallisirte, sondern dichte Feldspath heißt Feldstein oder Felsit.

Der Glimmer, welcher in kleinen dünnen Blättchen von glimmerndem Glanze erscheint, besteht aus Kali, Kieselerde und Thonerde, zuweilen auch aus Magnesia. Er ist sehr verbreitet in den Felsarten und sehr verschieden gefärbt, weiß, grün, gelblich, schwarz. In dünnen großen Blättern ist er oft so durchsichtig, daß er wie Glas benützt werden kann und auch Marienglas heißt. Der Glimmer von schöner grüner Farbe heißt Chlorit. Er theilt diese Farbe auch den Gesteinen mit, von welchen er einen Gemengtheil ausmacht, namentlich dem Chloritschiefer.

Der Alaunstein ist eine Verbindung aus Thonerde, Kali und Schwefelsäure mit viel Wasser ($Ka\,O$, $S\,O_3 + Al_2\,O_3$ $3S\,O_3 + 24H\,O$). Statt des Kali, findet man aber auch Natriumoxid im Alaun, ohne daß dadurch seine äußere Gestalt geändert erschiene.

Mit Natrium verbindet sich der Sauerstoff zu Natriumoxid oder Natron ($Na\,O$). Natron und Kohlensäure verbinden sich zu kohlensaurem Natron oder der sogenannten Soda; welche zur Seifenbereitung, Glaserzeugung und Färberei benützt wird, ($Na\,O + CO_2$).

Das *schwefelsäure Natron* ist unter dem Namen *Glaubersalz* ($NaO + SO_3$) bekannt. Natron und Kali haben sehr viel Aehnliches. Auch ihre Verbindung mit Kieselerde giebt ein der Kaliverbindung mit Kieselerde ähnliches Gestein, das ist der *Albit* eine Art des gemeinen Feldspathes. Dahin gehören noch der *Labrador* durch seine Farbenwandlung in Blau, Grün, und Roth merkwürdig und der *Lasurstein*, (Lapis Lasuli) von herrlicher blauer Farbe.

Der *Obsidian* eine schwarze oder grünschwarze glasähnliche Masse, und der *Bimsstein* von schaumigem glasartigem Aussehen scheinen durch hohe Hitzgrade geschmolzene und verglaste Feldspathgesteine zu seyn.

Am wichtigsten sind aber für den Bergmann *die Verbindungen des Sauerstoffes* mit **Metallen**, zu deren Aufsuchung er eigentlich berufen ist, und die er unter allen Gestalten kennen lernen soll. Mit

Eisen verbindet sich der Sauerstoff

1. zu *Eisenoxid* (Fe_2O_3) oder Rotheisenerz. Dahin gehört: der *Eisenglanz* und der *Eisenglimmer* und der *faserige Rotheisenstein*, (Glaskopf oder Blutstein) gewöhnlich mit lebhaftem Metallglanz; dann der dichte schuppige oder *erdige Rotheisenstein*, welcher letzterer auch *Rotheisenocker* heißt. Hat derselbe eine Beimischung von Thon, so heißt er *rother Thoneisenstein* und wenn er fein ist und gut abfärbt, *Röthel*. Alle diese Eisenerze haben einen rothen Strich und ein rothes Pulver.

2. Zu *Magneteisen* ($FeO + Fe_2O_3$), welches gewöhnlich derb in großen Massen gefunden wird und sich dadurch auszeichnet, daß es vom Magnet angezogen wird.

3. Zu Eisenoxidhydrat oder *Brauneisenerz* ($Fe_2O_3 + 2HO$). Der *faserige Brauneisenstein* hat feine haarförmige Kristalle, die zu traubenförmigen und kugeligen Gebilden vereinigt sind. Außerdem kommt dichter und erdiger Brauneisenstein vor, welcher durch Thongehalt in den *braunen und gelben Thoneisenstein* und *gelben Ocker* übergeht. Auch das *Bohnerz*, nach seinen kleinen rundlichen Stücken so genanut, und das aus Sümpfen sich niederschlagende *Raseneisenerz* gehört hierher.

Mit *Mangan* verbindet sich der Sauerstoff zu **Braunstein**, Pyrolusit, (MnO_2).

Mit **Kobalt** verbindet sich der Sauerstoff zu Erdkobalt der aus Kobaltoxid, Manganoxid, Eisen und Kupferoxid besteht und derbes erdiges, schwarzes Aussehen hat.

Mit **Kupfer** verbindet sich der Sauerstoff:

1. zu Kupferoxid oder Kupferschwärze ($Cu\,O$);
2. zu Rothkupfererz ($Cu_2\,O$).

Mit **Wismuth** verbindet sich der Sauerstoff zu Wismuthocker oder Wismuthblüthe ($Bi_2\,O_3$).

Mit **Blei** verbindet sich der Sauerstoff zu Mennig, Bleiocker ($Pb\,O_3$) zu Schwerbleierz. ($Pb\,O_2$) und zu kohlensaurem Bleioxidate, Weißbleierz.

Mit **Zinn** verbindet sich der Sauerstoff zu Zinnoxid, Zinnerz oder Zinnstein ($Sn\,O_2$). Es kristallisirt in Würfeln, ist halb durchsichtig, bis undurchsichtig von sehr lebhaftem Metallglanze und weiß, meist aber gefärbt bis ins Schwarze, oder es kommt in faserigen Stücken von zartfaserigem Ansehen vor. Die Härte ist 6 bis 7, Dichte 7.

Mit **Zink** verbindet sich der Sauerstoff zu Zinkoxid, Rothzinkerz ($Zn\,O$), die Härte 4, die Dichte 5. Es hat Glasglanz, eine rothe, ins gelbliche fallende Farbe und orangegelben Strich.

Mit **Chrom** verbindet sich der Sauerstoff zu Chromocker ($Cr_2\,O_3$).

Mit **Antimon** verbindet sich der Sauerstoff zu Antimonblüthe oder Weißspießglanzerz ($Sb\,O_3$) und zu Antimonocker ($Sb\,O_4 + H\,O$).)

Mit **Arsen** verbindet sich der Sauerstoff zu Arsenikblüthe ($As\,O_3$) von weißlicher Farbe mit demantartigem Glanze.

Mit Quecksilber, Silber, Gold und Platin hat man den Sauerstoff in der Natur noch nicht verbunden gefunden. Die edlen Metalle werden daher in der Luft von dem Sauerstoffe nicht leicht angegriffen, sie behalten ihren Glanz, während Eisen Kupfer, Zinn, Zink, Blei bald zu Oxid werden.

II. Verbindungen einfacher Stoffe mit dem Schwefel.

Nur der Schwefel hat nebst dem Sauerstoff, die merkwürdige Eigenschaft, sich mit vielerlei Grundstoffen und besonders mit Metallen zu verbinden, daher ihn die alten Bergleute auch den

„Erzvater" nannten. Seine Verbindung mit dem Sauerstoffe, die Schwefelsäure, haben wir schon betrachtet.

Die übrigen Verbindungen des Schwefels sind:

Das schwefelsaure Kali ($KaO + SO_3$).

Der schwefelsaure Kalk ohne Wasser: der Anhydrat (CaO, SO_3).

Der schwefelsaure Kalk mit Wasser, der Gips ($CaO, SO_3 + 2\,HO$.) Der in Tafeln kristallisirte läßt sich in dünne biegsame Blättchen spalten und heißt Gipsspath, auch Frauenglas oder Marienglas; der faserige und lückige ist der Fasergips und Schaumgips, der dichte, körnige, gewöhnlich von schöner weißer Farbe ist der Alabaster.

Der Schwerspath ist schwefelsaurer Baryt ($BaO + SO_3$). Er ist spaltbar, die Härte 3, die Schwere 4 bis $4^1/_2$, wodurch er leicht von andern Spathen zu unterscheiden ist.

Der Aluminit ist schwefelsaure Thonerde ($Al_2O_3, SO_3 + 9HO$).

Der Alaunstein ist schwefelsaure Thonerde, noch verbunden mit Kali, Natron oder Mangan.

Mit dem **Eisen** geht der Schwefel mehrere Verbindungen ein und bildet

den Eisenkies oder Schwefelkies (FeS_2), der eine Härte von 6 bis $6^1/_2$ hat und am Stahl lebhafte Funken giebt, gelben Metallglanz hat und unter Aufnahme von Wasser und noch mehr Sauerstoff, den grünen Eisenvitriol ($FeO, SO_3 + HO$) bildet; endlich

den Magnetkies ($Fe_2S_3 + 5FeS$). Er unterscheidet sich vom gemeinen Eisenkies auch dadurch, daß er vom Magnet angezogen wird.

Mit **Kobalt** bildet der Schwefel den Schwefelkobalt oder Kobaltkies (Co_2S_3), welcher weißen Metallglanz hat.

Dann noch in Verbindung mit Arsen den Glanzkobalt ($CoS_2 + CoAs_2$); von weißem ins Röthliche laufenden Metallglanze, öfter bunt angelaufen.

Mit **Nickel** bildet der Schwefel:

den Schwefelnickel (NiS) auch Haarkies genannt von seinen haar- und nadelförmigen Kristallgestalten; dann noch in Verbindung mit Arsen den Nickelglanz oder Weißnickelerz ($NiS_2 +$

$NiAs_2$), endlich unter Hinzutreten des Antimon den Nickel-Antimonglanz ($NiS_2 + NiSb_2$).

Mit **Kupfer** bildet der Schwefel:

den Kupferglanz oder Schwefelkupfer (CuS) von schwärzlich bleigrauem Metallglanze; dann das Buntkupfererz und den Kupferkies ($Cu_2 + Fe_2S_3$) unter Hinzutritt von Eisen.

Mit **Wismuth** bildet der Schwefel:

den Wismuthglanz oder Schwefelwismuth ($Bi_2 S_3$) von bleigrauem Metallglanze.

Mit **Blei** verbindet sich der Schwefel:

zu Bleiglanz (PbS) von bleigrauem Metallglanze und einer bedeutenden Schwere, über 7; dann

zu Bleivitriol (PbO, SO_3) mit starkem weißen Metallglanze.

Mit **Zink** verbindet sich der Schwefel:

zu Zinkblende oder gemeinhin Blende (ZnS) vom grünen, gelben, rothen, braunen und schwarzen Demantglanze einer Härte von 3 und Dichte von 4; dann

zu Zinkvitriol ($ZnO + SO_3$).

Mit **Antimon** verbindet sich der Schwefel zu Antimonglanz oder grauem Spießglanzerz (SbS_3). Die Kristalle sind meist lang, säulenartig, spießig oder nadelförmig zusammengehäuft und von bleigrauem Metallglanze; dann zu Antimonblende oder Rothspießglanzerz, welches sich durch die kirschrothe Farbe und den Demantglanz seiner spießigen Kristalle auszeichnet.

Mit **Arsen** verbindet sich der Schwefel zu Schwefelarsen, Realgar oder rothem Rauschgelb (AsS_2) von fettem Glanze, rother Farbe und gelben Strich; dann zu Auripigment oder Operment (AsS_3) mit Fettglanz und citronengelber Farbe.

Mit **Quecksilber** bildet der Schwefel

den Zinnober (HgS) von carminrother Farbe mit scharlachrothem Strich und sehr bedeutender Schwere gleich 8.

Mit **Silber** verbindet sich der Schwefel

zu Silberglanz oder Glaserz (AgS) entweder kristallisirt von grauer bis schwarzer Farbe und Metallglanz oder erdig, wo es dann Silberschwärze heißt; dann

unter Hinzutritt des Antimons zu Schwarzgültigerz,

unter Hinzutritt des Kupferglanzes zu Silber-Kupferglanz und endlich

unter Hinzutritt des Antimons und Arsens zu Rothgültigerz in schönen Kristallen von Diamantglanz und schwarzer bis carmoisinrother Farbe und carmoisinrothem Strich.

III. Verbindungen einfacher Stoffe mit Kohlensäure.

Die Verbindung der Kohlensäure mit Kalk haben wir unter den Sauerstoffverbindungen erwähnt. Die Kohlensäure bildet aber noch mehrere Gesteine und Erze, die hervorgehoben zu werden verdienen. Die wichtigste Verbindung der Kohlensäure, ist die mit der Kalkerde zu kohlensaurem Kalk. Die Arten davon sind der Kalkspath, welcher sich in regelmäßige Kristalle spalten läßt. Er ist durchscheinend bis zur vollkommensten Durchsichtigkeit, hat Glasglanz und kommt auch weiß, grau, roth, grün und gelb gefärbt vor. Der Strich ist graulichweiß.

Der körnige Kalkstein,

der blättrige Kalkstein,

der Schieferspath, welcher aus krummschaligen Absonderungen besteht, die Perlmutterglanz haben.

Der faserige Kalkstein, welcher oft durch Absinterung aus dem Wasser entstanden, verschiedene Gestalten: Zapfen, Trauben u. s. w. angenommen hat und Kalksinter heißt;

der Rogenstein (Oolith) aus Körnern von Hirsengröße

der Erbsenstein aus Körnern von Erbsengröße bestehend. Sie sind aus Schalen gebildet und schließen gewöhnlich einen andern Körper z. B. ein Kieselsandkörnchen ein.

Der dichte Kalkstein, in welchem kein Gefüge mehr zu erkennen ist.

Die Kreide ist durch Lockerheit und ihr Abfärben vom dichten Kalkstein verschieden. Die starken Vergrößerungen guter Gläser (Mikroscope) haben aber gezeigt, daß die Kreide aus sehr kleinen Muscheln zusammengesetzt ist. Die Gehäuse der Muscheln und Schnecken bestehen aus kohlensaurem Kalk, wie man schon lange wußte, nun hat man aber erfahren, daß es ungemein kleine Muscheln giebt, deren Kalkhüllen sich zu ganzen Kreidegebirgen zusammengehäuft haben. Man findet auch ausgedehnte Massen von Gesteinen, welche aus großen Muschelschalen zusammengesetzt sind; und davon Muschelkalk heißen.

Der Kalktuff ist ein gelblich grauer oder gelber poröser Kalkstein, häufig als Ueberzug anderer Körper, auf denen er sich aus kalkhaltigem Wasser abgesetzt hat.

Der Marmor ist dichter kohlensaurer Kalk, entweder weiß oder von bunter Färbung, die oft von ausgezeichneter Schönheit ist.

Kalkerde verbunden mit Thonerde, heißt Mergel.

Man erkennt den kohlensauren Kalk leicht daran, daß er mit Salzsäure begossen, stark aufbraust, weil die Kohlensäure dadurch ausgetrieben wird.

Mit Magnesia und Kalk bildet die Kohlensäure den Bitterkalk. Kristallisirt heißt er Bitterspath oder Braunspath. Dieser ist vollkommen spaltbar, halbdurchsichtig, hat Glasglanz und ist weiß, auch häufig gelb bis braun gefärbt durch Eisen oder Mangan. Der körnige Bitterkalk heißt Dolomit. Der weiße kristallinische gleicht dem Marmor, der gefärbte dem gewöhnlichen Kalkstein.

Mit Kali verbindet sich die Kohlensäure zu kohlensaurem Kali, das mit fremden Beimischungen die Pottasche bildet.

Mit **Eisen** bildet die Kohlensäure den Eisenspath, oder Spatheisenstein ($FeO + CO_2$) welcher in strahlicher Bildung Sphärosiderit heißt. Der Eisenspath dient vorzüglich zur Stahlbereitung, denn Stahl ist eine Verbindung des Eisens mit dem Kohlenstoffe.

Mit **Kupfer** bildet die Kohlensäure den schönen Malachit oder Kohlensaures Kupferoxid ($CuO, CO_2 + HO$), von smaragdgrüner Farbe und Seidenglanz. Er kommt aber auch als derbe und erdige Masse vor;

dann den Kupferlasur von schöner kornblumenblauer Farbe.

Mit **Wismuth** bildet die Kohlensäure die Wismuthblende;

mit **Zink** den Zinkspath mit Glasglanz, weiß und blaß gefärbt.

IV. Vereinzelte Verbindungen der einfachen Stoffe untereinander.

Das Steinsalz oder natürliche Kochsalz, besteht aus Chlor und Natrium ($NaCl$). Der Ammoniak, welcher häufig als kristallinischer Anflug oder Ueberzug in den Höhlen und Spalten der Lava und in Braunkohlenwerken, namentlich in der Nähe brennender

oder ausgebrannter Lager vorkommt, besteht aus Stickstoff und Wasserstoff (NH_3).

Der Flußspath besteht aus Kalk und Fluor ($CaFl$) ist vollkommen spaltbar, meist schwach-violet gefärbt, gelb und grün. Als derbes Gestein heißt er Flußstein, als erdige Masse Flußerde.

Der Apatit oder Spargelstein von blaßgrüner Farbe besteht aus Kalk, Fluor und Chlorkalcium.

Der Pharmakolith ist arseniksaurer Kalk (CaO, AsO_5).

Eisenblau ist phosphorsaures Eisen; die Grünerde (Veroneser Grün) ist kieselsaures Eisenoxid mit Kalk und etwas Magnesia. Die meisten Färbungen der Thon- und Kieselerde und überhaupt der Dammerde rühren von Eisenoxid her.

Die Metalle verbinden sich in der verschiedensten Art. Selbst die edlen Metalle, wie Gold und Platin, welche in der Erde weder mit Sauerstoff noch mit Schwefel oder Kohlensäure verbunden angetroffen werden, gehen mit einander Verbindungen ein. Die häufigsten sind:

Arsenikkies und Glanzarsenikkies aus Arsen und Eisen
Speiskobalt, aus Arsen und Kobalt,
Nickelantimonglanz, aus Nickel, Antimon und Schwefel,
Nickelwismuthglanz, aus Nickel, Wismuth und Schwefel,
Eisennickelkies, aus Eisen, Nickel und Schwefel,
Wismuthkupfererz, aus Wismuth, Kupfer und Schwefel,
Antimonkupferglanz, aus Antimon, Kupfer und Schwefel.
Schwefelantimonblei,
Rothbleierz oder chromsaures Bleioxid,
Galmey oder Kieselzink,
Quecksilberhornerz oder Chlorquecksilber,
Antimonsilber,
Chlorsilber,
Titaneisen,
Chromeisenstein,
Silberhältiger Bleiglanz und
Goldhältiges Silber erklärt schon der Name.

Noch einmal müssen wir auf die Kohle zurückkommen, um einige Verbindungen zu betrachten, die zum Theil nur deshalb zu den Irden gezählt werden, weil sie in der Erde von der Natur, einverleibt sind und größtentheils durch Bergarbeit gewonnen werden.

Dahin gehört:

Die Kohlenblende oder der Anthrazit. Sie ist die dichteste Art der Erdkohle und wahrscheinlich die älteste Bildung. Sie ist schwer entzündbar, brennt ohne Rauch und hinterläßt sehr wenig Asche.

Glanzkohle, Steinkohle oder Pechkohle wird jene genannt, die einen schwarzen Strich hat, mit Harzgeruch brennt, im Brennen zusammenbackt und sich daher leicht zu schlackigen Koaks brennen läßt.

Die Braunkohle hat einen braunen Strich, läßt sich nicht in schlackige Koaks verwandeln. Sie ist bald dicht, bald locker, blättrig und enthält mehr oder weniger erdige Beimengung.

Das Steinöl, Erdöl, Naphta ist eine Verbindung des Kohlenstoffes und Wasserstoffes, oft so reichlich im Boden, daß es hervorquillt.

Asphalt, Erdpech, Erdharz ist verhärtetes Erdöl.

Der Bernstein rührt wahrscheinlich von dem in der Erde zurückgebliebenen Baumharze vorzeitlicher Wälder her.

Hilfsmittel zum Erkennen der Irden.

Gold, Silber, Quecksilber, Kupfer, Blei, Zinn, Zink und Eisen sind die Metalle, Erdkohlen und Salz die andern Irden, denen der Bergmann vorzugsweise nachforscht; sie sind zugleich Schätze, die er für sich gewinnen, und wobei er andern Suchenden zuvorkommen will, denn dem ersten Finder spricht das Berggesetz das Eigenthum zu.

Salz und Erdkohlen sind leicht zu erkennen, schwerer ist es mit den Metallen, welche, wie wir gesehen haben, allerlei Formen annehmen, unter denen es der Bergmann entdecken, und selbst erkennen soll, ohne viel darüber zu fragen und ohne die Fundstufen Vielen zu zeigen, damit nicht ein anderer den Fund sich aneigne. Auch kommen ihm während des Baues wieder neue Gesteinarten vor, die er prüfen muß, ob sie nicht metallhältig oder edel sind, und so kann es oft dringend nothwendig werden, daß der Bergmann sich selbst an die Prüfung des Gehaltes macht.

Hierzu mag folgende Anleitung dienen.

Platin und Gold kommt fast immer gediegen vor, und beide

sind schon an der eigenthümlichen Schwere zu erkennen. Das Gestein oder der Sand, worin man Gold vermuthet, wird fein zerstoßen und dann geschlemmt. Bei der Probe geschieht es mit dem Wasch- oder Siegertrog, einer kleinen Schaufel, auf welcher man das feine zerstoßene Gestein, den Schlich bringt, Wasser zugießt, und nun durch leichtes Stoßen den Schlich auseinander scheidet, nachdem man den im Wasser löslichen Schmand weggegossen hat. Die schwerern Körner nämlich rücken beim Stoß weiter vor, wie beim Worfeln das schwere Getreide weiter fliegt, und so scheidet sich allmälig das weit schwerere edle Metall vom leichtern Gestein. Auf diese Art scheidet man auch das schwere Gold, Silber, Platin und alle gediegenen Metalle aus dem feinen Mehl oder Schlich gepochter Gesteine.

Einzelne erkennbare Körnchen, Blättchen oder Drähtchen von gediegen Gold oder Silber prüft man noch an der Weichheit, womit es sich leicht hämmern und mit einem Messer schneiden läßt und an dem Glanze. Sind die Körnchen gar klein, so bewaffnet man das Auge mit einem Vergrößerungsglase, einer Lupe.

Gediegen Silber, Kupfer, Blei und Quecksilber sind selten, weil aber dieses Vorkommen in einem Gestein immer auf das Vorhandenseyn reicher Erze mit demselben Metall schließen läßt, so ist die Untersuchung oft wichtig. Gediegen Kupfer, Blei und Quecksilber erkennt man leicht an der eigenthümlichen Farbe, Schwere und Weichheit.

Um den Metallgehalt zunächst in dem Erze zu erkennen, dient das Löthrohr und die Auflösung auf nassem Wege. Das Löthrohr ist eine 8 bis 10 Zoll lange Messingröhre, vorn mit dem „Mundstück", durch welches man in eine Kerzen- oder Lampenflamme bläst, und am Ende mit der an die Flamme gehaltenen Oeffnung, um damit dieselbe Wirkung größerer Hitze im Kleinen, hervorzubringen, wie sie der Schmied mit dem Blasbalge im Großen erzeugt. Es ist daher ein wichtiges Werkzeug in der Hand des Bergmannes, und die Einübung seines Gebrauches immer anzurathen. Durch einige Uebung bringt man es dahin, einen gleichen unausgesetzten Luftstrom durch das Löthrohr zu erzeugen, indem man durch die Nase athmend beim Athemholen durch das Zusammendrücken der luftgefüllten Backen fortbläst; dann muß man die zweierley Wirkung der Flamme unterscheiden lernen. Die äußere Spitze der

Flamme verbindet den angeglühten Körper mit Sauerstoff, „oxidirt„ ihn; die Spitze der innern, bläulichen und kegelförmigen Flamme entzieht ihm wieder den Sauerstoff, „desoxidirt" ihn. Legt man das Mineral auf einem Stückchen Holzkohle (man nimmt sie zwei Finger stark und einige Zoll lang) so wirkt die darauf gerichtete Flamme des Löthrohres so heftig, daß die meisten Minerale in Fluß gerathen.

Auf dem nassen Wege löst man das Mineral in Wasser oder in einer starken Säure auf und giebt dann gewisse Stoffe hinein, welche an dem hiedurch bewirkten Niederschlag oder an der Färbung das vorhandene Metall verrathen.

Um Erze vor dem Löthrohr auf Silber zu untersuchen, schmilzt man sie mit reinem Blei zusammen. Dazu dient fast nur das vil= lacher Probeblei, in welchem gar kein Silber enthalten ist, das meiste andere Blei ist noch etwas silberhältig und würde die Probe unsicher machen. Das Blei verbindet sich mit dem Silber unter Abscheidung der Schlacke und nun kann man auf der Kapelle das Silber rein darstellen. Diese Kapelle wird aus weißgebrannten Thierknochen bereitet, welche man mit etwas reiner Holzasche mengt und mit ein wenig dünnem Gummiwasser geknetet in kleine runde Formen etwa einen Zoll breit und einen halben Zoll hoch, bringt, oben mit einer wenige Linien großen Vertiefung, in welche das Bleikorn etwa von Erbsengröße gelegt wird. Wenn man nun mit dem Löthrohre die heiße Flamme darauf richtet, so wird das Blei in Glätte verwandelt, und ein reines Silberkorn bleibt zurück.

Auf Quecksilber prüft man die Erze indem man sie in einer etwas geneigten Glasröhre vor das Löthrohr setzt und die Stelle der Röhre behutsam erhitzt, wo das Erz liegt. Dadurch wird das Quecksilber in Dampfform ausgeschieden und setzt sich metallisch oben an der innern Glasröhre an. Wenn es mit Chlorit verbunden war, setzt es sich als weißes Pulver an.

Antimon beschlägt vor dem Löthrohre die Kohle weiß.

Wismuth schmilzt auf der Kohle schnell zu einem oder meh= reren Metallkörnern. Die Bleierze lassen sich vor dem Löthrohr auf Kohle zu einem reinen Bleikorn schmelzen. Man muß sie aber vorsichtig behandeln, sonst verknistern die meisten.

Erze, worin man Zinn vermuthet, versuche man mit Soda, oder gelingt dieses nicht, mit Borax vor dem Löthrohre auf Kohle, wo es als Metall erscheint, das von der Schlacke getrennt und zur Weisglühhitze gebracht, dann auf Papier geworfen mit hüpfender Bewegung verbrennt.

Kupfer läßt sich in den Erzen mit Sicherheit nur auf nassem Wege leicht erkennen. Man kocht das Erz in Königwasser und versetzt die enthaltene Auflösung mit reinem Ammoniak. Dieser wird blau, wenn auch sehr wenig Kupfergehalt darin ist.

Zink wird im Erze erkannt, wenn man es erst für sich und dann mit Soda auf der Kohle vor dem Löthrohre erhitzt und dann mit etwas Kobaltauflösung befeuchtet. Ist im untersuchten Minerale Zinkmetall, so beschlägt es die Kohle weiß, wenn Zinkoxid, gelb.

Die Proben auf Eisen sind nicht so wichtig; wenn man dadurch auch erfährt, daß ein Mineral einigen Eisengehalt hat, so ist dessen Werth und Bauwürdigkeit noch nicht erwiesen. Hier handelt es sich um die darin enthaltene Menge, die das Erz erst preiswürdig macht, und solche Proben erfordern mehr Vorbereitungen. Die bauwürdigen Eisenerze sind übrigens allgemeiner bekannt.

Die Güte der Erdkohlen hängt vom Gehalte an Kohlenstoff ab, und man erkennt diesen an der Hitzkraft, welche die Kohle entwickelt und an dem Rückstande der Asche. Um diesen zu berechnen, läßt man die Kohle möglichst trocken werden, wägt sie ab und verbrennt sie so, daß man alle Asche davon behält, die man nun wieder wägt.

II. Gebirgskunde.

Allgemeine Uebersicht.

Aus den einfachen Stoffen setzte die der Lebenskraft ähnliche Verbindungskraft der Irden die verschiedenen Gesteinarten zusammen, deren großen Theil wir aufzählten. Zur Bildung der ganzen Erde aber, mit ihren Ebenen, mit Gebirgen und Thälern scheinen noch mehrere und sehr verschiedene Kräfte zusammengewirkt zu haben. Wir werden hierüber unsere Vermuthungen aussprechen, wenn wir zuerst die Rinde der Erde, denn weiter als in diese kann der Bergmann nicht eindringen, näher betrachtet haben.

Auf den ersten Blick fallen uns die hohen Berge mit ihren klüftigen Thälern, im Gegensatze zu den weiten ebenen Flächen auf, welche sich zwischen die Berge eingelagert finden. Verfolgen wir den Unterschied genauer in den Gesteinen, aus welchen die hohen Berge zusammengesetzt sind, und in jenen, welche die ausgedehnten Niederungen überlagern, so finden wir auch in der Fügung und im Bau derselben wesentliche Unterschiede. Im Allgemeinen sind die Gesteine der hohen Gebirge massig oder schieferig nach allen Seiten in festem Zusammenhange und nur durch Klüftungen nach verschiedenen Richtungen getrennt. Die Erdarten und Gesteine hingegen, welche die Ebenen überlagern, sind geschichtet, das heißt, in gleichlaufende Lagen oder Schichten getrennt, die gewöhnlich eben liegen.

Diese Lage schon zeigt, daß sie im Wasser aufgelöst, niedergeschlagen und abgelagert worden seyn müssen, daß sie — Wassergebilde sind. Man kann aber auch einen Beweis dafür anführen, der noch überzeugender ist. Die geschichteten Gebirgsarten enthalten häufig Versteinerungen und Reste aus dem Pflanzen- und Thierreiche, welche nur von einer aufgelösten, noch weichen Masse so aufgenommen und mit dieser so vermengt worden seyn können, wie: Pflanzenblätter, Baumstämme, Kohlen, Thierknochen, Muschelschalen, und andere weiche Theile von Thieren und Pflanzen; die in Schiefer und Massengesteinen nicht vorkommen.

Das wichtigste Augenmerk, was der Bergmann bei den Gebirgsarten nimmt, ist auf den Gehalt an Bergbaugegenständen gerichtet. In den geschichteten Gebirgsarten finden sich vorzugsweise die Kohlen abgelagert, im massigen Gebirge vorzugsweise die Erze. Die mit den Schichten gleichlaufenden Ablagerungen von Bergbaugegenständen, wie die Kohle, nennt der Bergmann Flötze; die mit den Gesteinsstreifen und Lagen sich querenden ausgefüllten Spalten nennt er Gänge; und daher theilt der Bergmann, der die ganze Erdrinde Gebirg nennt, dieses in Gang-Gebirg oder hohes Gebirg und in Flötz-Gebirg oder niederes Gebirg.

Nach dieser übersichtlichen Eintheilung des Gebirges wollen wir die Gebirgssteine näher kennen lernen.

Die Hauptmasse der Erde besteht aus Kiesel, Thon, Kalk und Magnium. Die andern Irden bilden nur kleinere Einlagerungen oder verändern durch ihren Zutritt die Eigenschaften der

Hauptgesteine. Nach ihrer Zusammensetzung oder nach ihrem Bau unterscheidet man folgende

Felsarten oder Gebirgsgesteine.

I. Die Felsarten der Urgebirge oder Ganggebirge.

Der Urthonschiefer. Er ist ein undeutliches Gemenge aus höchst feinem Glimmer, etwas Quarz, Feldspath und Talk, zuweilen mit einem Antheile von Kohle, Hornblende oder Chlorit. In seiner reinsten Form ist er als Dachschiefer bekannt. Er ist immer schiefrig, was aber nicht mit dem geschichteten Bau der Flözgebirge zu verwechseln ist, denn die innige Mengung seiner Theile deutet auf eine ruhige Ablagerung aus dem feuerflüssigen Zustande hin, nicht auf einen Niederschlag aus einer Wasserlösung.

Der Glimmerschiefer ist ein deutlich erkennbares Gemenge aus Glimmer und Quarz, welche lagenweis mit einander abwechseln. Da die Glimmerblättchen gewöhnlich eine gleiche Richtung in ihrer Lage behalten, so erscheint auch dieses Gestein schiefrig und spaltet am leichtesten in der Richtung der Glimmerlagen. Eingemengt enthält der Glimmerschiefer öfter Granit, dessen Körner wie eingewickelt in den Glimmerblättchen liegen, dann Talk, Chlorit, Feldspath, Hornblende, Turmalin oder Schörl, Eisenkies, Magneteisen, Graphit.

Der Gneis, besteht aus Glimmer, Quarz und Feldspath, welcher neben den Quarzkörnern deutlich hervortritt, und von Quarz durch geringere Härte (er gibt am Stahl keine Funken) und mattern Glanz sich unterscheidet. Der Bau ist schiefrig wie beim Glimmerschiefer, nur brechen keine so dünnen Platten. Eingemengt erscheinen öfters Granat, Turmalin, Eisenkies, Graphit. Eine Abänderung des Gneises ist der Talkgneis, welcher statt Glimmer Talk enthält. Von gleichen Bestandtheilen mit dem Gneis ist:

Der Granit; er besteht aus Quarz, Feldspath und Glimmer. Die Glimmerblättchen liegen aber nicht nach einer Richtung sondern kreuz und quer zwischen den Quarz- und Feldspathkörnern, daher diese Felsart kein schiefriges, sondern ein körniges Ansehen hat und nicht leicht in Platten sondern eher in Blöcke gespal-

ten werden kann. Bisweilen ist auch hier Turmalin, Hornblende, Granat, Topas, Graphit, Magneteisen und Zinnerz eingemengt.

Abänderungen des Granites sind nach den verschiedenen Bestandtheilen:

Der Granulit oder Weißstein, welcher nur aus Feldspath und Quarz besteht;

Der Greisen, aus Quarzkörnern und Glimmer zusammengesetzt.

Der Syenit, aus Feldspath und Hornblende bestehend;

Zu den Urgebrigen gehören ferner:

Der Grünstein oder Trapp, aus dichtem Feldspath und Augit-Arten gemengt.

Der Diorit, aus Hornblende und Albit (Natron-Feldspath) bestehend.

Der Phorphyr, in dessen Grundmasse, nämlich im dichtem Feldspath einzelne Kristalle von Quarz, Feldspath, Hornblende oder Glimmer sichtbar sind; daher auch die Benennungen Quarzporphyr, Glimmerporphyr, Syenitporphyr; und daher rührt auch die schön gefleckte Färbung.

Der Basalt ist ein undeutliches, sehr inniges Gemenge von Augit nnd Feldspath. Der gemeine Basalt, welcher schwarz und grau gefärbt ist, erscheint ganz dicht und scheinbar gleichartig. Der Dolerit läßt die zwei genannten Bestandtheile noch erkennen.

Der Klingstein (Phonolith) enthält Feldspath, natronhaltigen Thon und Quarz im innigen Gemenge. Er ist dem Basalte ähnlich und hat den Namen von dem Klange, den die Platten beim Klopfen von sich geben.

Der Trahyt ist ein dichtes Gemenge, in dessen Grundmasse der Feldspath vorherrscht und der glasige Feldspathkristalle, Glimmerblättchen und Nadeln von Hornblende enthält.

Zu den Urgebirgsfelsarten gehört noch der kohlensaure körnige Kalk, der Urkalk, welcher mit den genannten Felsarten und unter gleichen Verhältnissen vorkommt.

Alle diese bisher benannten Felsarten, kommen aber nicht immer so, sondern auch in andern Mischungen vor, so daß die angeführten Namen den Steinen nicht immer genau entsprechen würden. Es wäre daher vorzuziehen, sie durch jene Gesteine zu bezeichnen, aus denen sie vorzüglich bestehen, wobei man den

vorherrschenden Theil voransetzt und den Bau dabei andeutet. Zum Beispiel:

Glimmerschiefer — schiefriger Glimmer-Quarz, schiefriger Talkglimmerquarz, schiefriger Eisenglimmerquarz;

Gneis — schiefriger Quarz-Feldspath-Glimmer;

Granit — körniger Quarz-Feldspath-Glimmer;

Granulit — körniger Quarz-Feldspath;

Greisen — körniger Quarz-Glimmer;

Syenit — Feldspath-Hornblende;

Grünstein oder Trapp — Feldspath-Augit;

Diorit — Albit-Hornblende;

Porphyr — gefleckter oder punktirter Feldspath-Quarz, Feldspath-Glimmer, Feldspath-Hornblende;

Basalt — dichter Augit-Feldspath;

Dolerit — feinkörniger Augit-Feldspath u. s. w.

Nur bei dieser Bezeichnung ist kein Mißverstehen zu befürchten, und wer die Bestandtheile der Felsart kennt, weiß dann auch die Felsart selbst zu nennen. Einen Unterschied müssen wir aber doch schon jetzt zwischen diesen Felsarten hervorheben.

Die Schiefergesteine: der Urthonschiefer, Glimmerschiefer und Gneis scheinen die erste feste Kruste der Erdrinde auszumachen. Sie sind bald in größerer, bald kleinerer Ausdehnung gleichförmig abgelagert, wenn sie nicht von andern Felsarten durchbrochen oder durchsetzt sind. Der Granit, der Grünstein, der Basalt und ihre Abänderungen erscheinen massig, gleichsam neben und in einander gekeilt, emporstrebend. Sie bilden häufig die Kuppen und Grate der Urgebirge und durchbrechen und durchsetzen die Schiefergebirge. Man nennt sie daher auch Massengebirge. Wir werden bei der Darstellung über die Entstehung der Erdrinde näher darauf eingehen.

II. Die Felsarten der Flötzgebirge.

Wir dürfen annehmen, daß die geschichteten Felsmassen aus den Trümmern und Umwandlungen der Urgebirgsarten entstanden sind. Ihre Bestandtheile werden daher die der Urgebirge seyn: Quarz, Feldspath, Augit, Thon und Kalk und die minder häufigen Beimengungen. Da aber an der Zerstörung das Wasser

viel wirksamen Antheil hat, so werden jene die meiste Umwandlung erfahren haben, welche durch Wasser leicht auflöslich sind. Das sind der Thon und Kalk; die Kieselerde löst sich am schwersten auf, die daraus zusammengesetzten Steine sind daher auch in den Trümmergesteinen noch am meisten erhalten geblieben, nur die Gewalt der Fluthen, welche die zertrümmerten Stücke auf weite Strecken und durch lange Zeiträume fort rollte, hat auch diese harten Gesteine durch das gewaltsame Reiben abgerundet. Zuerst fällt uns nun

das Gerölle in die Augen, in welchem wir die Gesteintrümmer noch unverändert oder nur durch die Fluthen des Wassers abgerundet, zusammengeschwemmt und abgelagert finden. Im lockern, losen Zustande, wenn die Gesteinsstücke unverändert zusammengehäuft sind, nennt man das Gerölle auch Schutt, Kies, wenn das Gerölle aus größeren abgerundeten Stücken besteht; endlich Sand, wenn diese bereits zu kleinen Körnern sich zertheilt haben. Der aufgelöste Kalk und noch mehr der Thon hat aber einen dünnen, festen Kitt gebildet, welcher sich zwischen den Trümmern, die Rollsteine und den feinen Sand, eingelagert und dieselbe verbunden hat. So entstand der Trümmerfels oder die Breccie (Bredschje), welche nach den Felsarten, aus denen sie zusammengesetzt ist, Granitbreccie, Porphyrbreccie, Kalksteinbreccie, Marmorbreccie u. s. w. genannt wird. Die Bestandtheile wurden nicht durchs Rollen abgerieben, ehe sie sich verbanden, daher sind die Zusammensetzungsstücke eckig. Vom Trümmerfels unterscheidet sich

das Conglomerat, dessen Zusammensetzungsstücke abgerundet sind, also aus Geschieben bestehen. Man nennt gewöhnlich nur die aus größern Rollsteinen verbundenen Felsarten Conglomerate, wie die Nagelfluh und die Grauwacke.

Die aus feinern Rollstückchen zusammengesetzten Felsgesteine bilden die vielen Arten von Sandsteinen. Sie bestehen aus kleinen, meist abgerundeten Gesteinkörnern, die durch einen kaum bemerkbaren Kitt verbunden sind. Die festen Körner sind größtentheils Kiesel, der bindende Kitt ist Thon, Kalk, Mergel, Eisenoxid, seltener Hornstein.

Man hat eine Menge Namen von Sandsteinarten, die sich aber gewöhnlich auf örtliche Verhältnisse beziehen; am deutlichsten

bezeichnet man den Sandstein durch seine Bestandtheile z. B. thoniger Quarz-Sandstein, kalkiger, mergeliger, eisenschüssiger, fein- oder grobkörniger Quarzsandstein. Die Zerkleinerung geht aber noch weiter, so daß man die Gemengtheile nicht mehr unterscheiden kann, und es ein scheinbar gleichartiges Gemenge bildet. Solche Gebirgsarten sind:

Der Thon. Er besteht aus Thonerde mit Kiesel und Kalk in feinem Gemenge. Ueberwiegt der Kiesel, so heißt er Lehm, überwiegt die Thonerde, so ist es Letten oder Tegel; enthält er mehr Kalk, so wird er Mergel genannt. Wenn die Masse dieser Menge-Gesteine locker und daher leicht erscheint, so nennt man sie Tuff und Traß.

Die Dammerde endlich ist die durch Verwitterung zersetzte und durch die Einwirkung der Luft und der Pflanzen gelockerte und mürbe obere Schichte der Erdrinde.

Die Versteinerungen.

In den Flötzgebirgen sind die Versteinerungen der Ueberreste von Thieren und Pflanzen, welche bei der Zertrümmerung der Urgebirge und der Zusammenhäufung dieser Trümmer mit verschüttet oder zerdrückt und vergraben worden sind und in der neuen Zeit genauer erforscht wurden, höchst anziehend. Wenn auch nur noch feste Theile, welche der Zerstörung mehr widerstanden, wie von den Thieren die Knochen, von den Pflanzen die Kohlenreste, die Stämme und Stängel, oder bei schützender Einhüllung in Thon, Blätter und Früchte aufgefunden werden konnten, so gelang es doch dem Scharfsinne der Naturforscher, daraus auf den ganzen Bau der Thiere und Pflanzen zu schließen, ja sogar ihre Arten und Eigenschaften zu enträthseln.

Vor Allem setzt wohl die Anzahl der Arten solcher Thiere und Pflanzen in Erstaunen, von denen die meisten unter den jetztlebenden nicht mehr anzutreffen und also ausgestorben sind. Von den vorweltlichen Thieren sind die Fische am zahlreichsten (man hat über 800 Arten in den vielen Versteinerungen erkannt), dann überhaupt Wasserthiere, wie Schnecken und Muscheln. In Kalk vergraben, mit Thon und Kiesel vermengt findet man ganze Gebirge davon (Muschelkalk). Dann bemerkte man, daß die kleinsten Thiere und die von einfachstem Baue wie die Infusionsthierchen, die Korallen, die Weich- und Schalthiere in den untern Schichten; die

Thiere von zusammengesetztem Baue aber, wie Säugethiere, nur in den obern Schichten vorkommen, woraus man schließt, daß diese später entstanden sind. Ueberreste von Menschen fand man noch nicht. Die Erde wurde ihm erst dann zur Wohnung angewiesen, als ihre Rinde sicher genug geworden war und keine allgemein verheerenden Umwälzungen mehr zu befürchten waren. Auch bei den in verschiedenen Schichten aufgefundenen Pflanzenresten finden wir diese Aufeinanderfolge bestätigt. Zuunterst, also in den ersten ältesten Trümmerschichten trifft man Algen, Wasserpflanzen, Flechten, Moose und Schachtelhalme, diese aber von ungemeiner Größe wie jetzt unsere Bäume; in den mittleren Schichten Farnkräuter, weiter herauf Palmen, Nadelhölzer, endlich in den obersten, also jüngsten Schichten, Laubholzbäume.

Für den Bergmann ist nur das Vorkommen jener aus der vorweltlichen Zeit herrührenden Pflanzenreste anziehend, aus denen während der Jahrtausende die ungeheuren Vorräthe von Erdkohle gebildet worden sind und deren Lagerungsverhältnisse wir später näher untersuchen werden.

Besondere Verhältnisse.

Nach dieser allgemeinen Uebersicht müssen wir auf einige besondere Verhältnisse eingehen.

Wenn auch der Granit, der Gneis, der Porphyr, der Sandstein, der Thon u. s. w. auf allen Theilen der Erde eine große Aehnlichkeit haben, und wenn auch die Lagerung dieser Gebirgsarten und ihre Mengungsverhältnisse in verschiedenen Gegenden gleich sind, so darf man doch aus dem Umstande: weil in einer Gegend eine Gebirgsart erzführend ist, keineswegs schließen, dieselbe Gebirgsart werde erzführend auch in einer andern Gegend seyn, oder: weil hier das Flötzgebirge aus gewissen Schichten bestand, so werden auch in einer andern Gegend dieselben Schichten über einander liegen; und dennoch handelt es sich bei dem Erz- und Kohlen-suchenden Bergmann gerade um diese Schlüsse! Die Fertigkeit und der Scharfblick, welcher die Gesetze der Aehnlichkeit, des Vorkommens gewisser Irden in den Gebirgen leicht auffindet, ist eine der wichtigsten Eigenschaften des Bergmannes, welche er daher in zweckmäßigster Weise ausbilden soll.

Ein Buch kann nun wohl die erforderlichen Andeutungen geben, Beispiele vorführen, die Aufmerksamkeit wecken und zum Leit-

faden werden; allein nur scharfe Beobachtung, unablässige Uebung in der Vergleichung der Gebirgsarten und ihrem „Adel" (das heißt ihrer Reichhaltigkeit an Erzen und andern nutzbaren Irden) und in den daraus abgeleiteten Schlüssen kann erst diese Anleitung zum Erfolg führen. Man erzählt von dem Kriegsführer Laudon, daß er auf seinen Reisen jede neue Gegend mit der Frage überschaute: „Wie würdest du hier eine Schlacht leiten, um zu siegen?" Der wandernde Bergmann soll jede Gegend mit den Fragen betrachten: „Was mögen wohl hier für Erdschätze liegen? Silber? Goldsand? Eisen? Kohlen? Salz? Marmor?" Das wird ihn veranlassen, die ihm schon bekannten Gebirge damit zu vergleichen und nun ihre Aehnlichkeit auszuforschen, aus welcher auch auf deren Adel geschlossen werden kann. Es wurde schon erwähnt, daß bei der Lagerung der Urgebirge die Schiefergebirge, wie Glimmerschiefer, Gneis und kristallinischer Thonschiefer den wichtigsten Theil der Erdrinde bilden. Sie wechseln mit Granit, Grünstein, Porphyr, Basalt dergestalt ab, daß diese letztern gewöhnlich die Kuppen und höchsten Kämme des Schiefergebirges bilden. So ist der höchste Theil des Riesengebirges in Böhmen Granit; auf dem Erzgebirge, welches aus Gneis und Glimmerschiefer besteht, treten Granitkämme und Gebirgsstöcke von Granit hervor, und andere Kuppen sind aus Basalt gebildet. Auch in Süd-Böhmen wo Gneis vorwaltet, dann in den räthischen und norischen Alpen in den Karpathen und im ungarischen Erzgebirge wiederholt sich dieses Vorkommen. Man erklärt sich diese Lagerung durch die Annahme, daß bei der ersten festeren Bildung der Erdrinde die von der Hitze geschmolzenen und gehobenen Massen des Granites Grünsteins, Porphyrs und Basaltes die erste noch schwache Schiefergebirgskruste der Erde durchbrochen und, wie heute noch die Lava der feuerspeienden Berge, bald kalt und starr werdend, sich über die Schieferkruste aufgethürmt haben.

Auch bei der Ueberlagerung der Flötzgebirge hat man gefunden, daß gewisse Gruppen von Gebirgsarten in derselben Ordnung über einander liegen und mit einander abwechseln, und darnach wurde folgende Eintheilung getroffen:

Als die eigentliche erste Erdkruste und Urgebirgsart ward das Schiefergebirge, nämlich Thonschiefer, Glimmerschiefer und Gneis zur Ausgangsstelle genommen und bildet die Unterlage. Darauf folgt

1. Die Grauwackengruppe.

Sie besteht aus sandsteinartigen Gesteinen, die hin und wieder Conglomerate enthalten, welche aus einem körnigen oder schiefrigen Gemenge von Quarz, Kiesel, und Thonschiefer, oft auch Glimmerschiefer, Feldspath, Granit und Kalkstein mit einem quarzigen, thonschieferartigen Bindemittel zusammengesetzt sind. Man nennt diese Gruppe auch Uebergangsgebirge, weil die untern Schichten oft kristallinisch werden und sich vom Urgebirge nicht mehr unterscheiden lassen. Die thonigen Schichten werden dann zu Urthonschiefer. Für den Bergmann ist diese Gruppe durch das Vorkommen von Anthrazit wichtig. Die Grauwacke erscheint im sächsischen Erzgebirge, im Riesengebirge, am westlichen Abhange der Sudeten, im Innern von Böhmen, Ungarn und in den Tiroler Alpen.

2. Die Kohlengruppe.

Sie hat von unten angefangen drei Glieder:

a. Alter rother Sandstein, ein grobkörniges Gemenge von Quarzgerölle, Feldspathstückchen, Glimmerblättchen, oft Thon- und Kieselschieferstückchen und mit einem thonigen durch Eisenoxid roth oder braungefärbten Kitt verbunden, wodurch es sich von der Grauwacke unterscheidet. Auch dieses Gebirge enthält oft Conglomerate und Kalkmassen und wird noch zum Uebergangsgebirge gezählt.

b. Kohlenkalkstein, geschichteter, grau oder durch Kohle schwarz gefärbter Kalk, oft von großer Härte, mit Schwarzkohle wechsellagernd.

c. Das Schwarzkohlengebirge. Es besteht aus Sandstein, Conglomeraten, Thoneisenstein, Kalkstein und Schieferthon, zwischen denen die Kohlenflötze eingelagert sind. Dieses wichtige Gebirge erscheint in Mähren bei Brünn, in Böhmen bei Pilsen, Schatzlar und andern Orten, bei Mislowitz in Galizien.

3. Gruppe des rothen Sandsteines oder Zechsteinformation.

Zu unterst liegt rother Sandstein „Rothliegendes" vom alten rothen Sandsteine der vorigen Gruppe kaum verschieden. Nur hat er oft Mergel.

Darauf folgt ein schwarzer Mergelschiefer, welcher Kupfererze enthält, und darüber die Rauhwacke, oder ein Magnesia-

Kalkstein, Dolomit, welcher wegen seiner großen Zähigkeit von den Bergleuten Zechstein genannt wird. Er kommt im nordwestlichen Deutschland vor.

4. Gruppe der Trias.

Diese Dreiheit (Trias) hat folgende Glieder, von unten nach oben:

a. Den bunten Sandstein, roth, weiß, blau und grün, oft glimmerig. Der Schwarzwald, die Vogesen, der Spessart, Odenwald und die Haardt bestehen aus diesem Sandsteine.

b. Muschelkalk, ein grauer, blauer, oder schwärzlicher, dichter Kalkstein, viele Muscheln und Schnecken enthaltend und wechsellagernd mit Thon- und Mergelschichten, worin kieselige Lagen und Nieren vorkommen. Er enthält Steinsalz, daher die vielen Salzquellen im Muschelkalk.

c. Der Keuper, ist ein rother, grüner, grauer und weißer Sandstein, Conglomerat mit wenig Muscheln, aber viel Gips und Steinsalz. Die obern Schichten sind grobkörniger, die mittlern bunt, die untern thonig und feinkörnig. Oft ist er schwärzlich von Kohlen gefärbt und enthält auch Kohlen.

5. Die Juragruppe

hat ihren Namen von den Jura-Alpen. Sie besteht aus lichtgrauem Kalkstein, aus Rogenst.·'n (Oolit) aus weißem oder hellgrauem Dolomit mit Klüften und Höhlen, aus grauem und grünem Mergel, mit harzhältigem Mergelschiefer und Braunkohlenflötzen und aus feinkörnigem geschichteten Sandsteine. Zu ihm zählt man den Sandstein der Karpathen. Die untere Jurabildung hat aus dem Englischen den Namen Leias (von Layers Lager) erhalten.

6. Die Kreidegruppe.

Hieher gehört die Kreide, aus ungemein kleinen Muschelschalen von winzigen Weichthierchen bestehend, und der feine thonige Plänerkalk. Sie enthalten Feuersteine, besonders die Kreide in ihren obern Schichten. Die genauere Untersuchung zeigte, daß auch diese knollenförmigen Kieselstücke des Feuersteins aus den Kieselpanzern winziger Infusionsthierchen zusammengesetzt sind. Die Kreide hat oft eine Mächtigkeit von 600 bis 900 Fuß.

Ferner wird dazu gezählt der Grünsandstein oder Quadersandstein, nach der Eigenschaft in senkrechte Spalten zu zerklüften. Er bildet daher steile abentheuerliche Felsmassen und Thaleinschnitte,

wie sie in der sächsischen Schweiz und bei Adersbach die staunenden Blicke fesseln.

Die Zechstein-, Trias-, Jura- und Kreidegruppe zählt man zur zweiten Bildung oder dem Secundär-Gebirge.

Das auffallende Merkmal des Secundär-Gebirges oder dieser, die zweite Bildung umfassender Gruppen ist der Mangel an versteinerten Resten von Vögeln und Säugethieren, so daß ihre Entstehung unter Verhältnissen vorgehen mußte, die von der spätern und jetzigen wesentlich verschieden war. Die Kreidegruppe ist die am meisten verbreitete. Sie ist nicht allein fast in allen Ländern Europas, sondern auch in verschiedenen Theilen Asiens, Afrikas und Amerikas erkannt worden. In Oesterreich erscheint die Kreide vorzugsweise an der Dalmatinischen Küste und der Plänerkalk mit Quadersandstein in großer Ausdehnung in Böhmen. Die folgende Gruppe gehört zur dritten Bildung oder zum Tertiär-Gebirge. Es enthält

7. Die Molassegruppe oder Braunkohlenformation. Die Hauptbestandtheile sind Thon, Mergel, Kalkstein, Sandstein, Conglomerate, Sand und Gerölle. Die Gebirgsarten meist lose und erdig, deutlich und nahe wagerecht geschichtet. Diese Gruppe ist reich an Braunkohlen und Versteinerungen. Der Thon erscheint bald reiner und fest in Schieferthon, bald mergelig als Tegel, bald sandig als bildsamer oder Töpfer-Thon. Auch der Kalkstein ist bald grobkörnig durch eingemengte Quarzkörner, bald thonig und dicht, bald auch Kalksteinconglomerat.

Die groben Geschiebe, welche der lockere Sandstein zu einem festen Gestein verbindet, haben in der Schweiz den Namen Nagelfluh erhalten. Das Nagelfluh steigt am Rigi bis zu 6000 Fuß an.

Die Molassebildung hat vorzugsweise große Becken angefüllt. Wien liegt inmitten eines solchen Beckens; auch mehre andere große Städte, wie London und Paris. Um London herrscht in dieser Molassebildung besonders Thon vor, in der Umgebung von Paris bricht man darin gute Mühlsteine. In Norddeutschland und Böhmen treten in der Molasse mehr oder minder mächtig und ausgedehnt vorzugsweise die Braunkohlenbildungen auf, so im Bielathale und an der Eger, bei Budweis, in Mähren, in Ungarn, Steiermark, Ober- und Niederösterreich. Ueberhaupt finden sich Braun-

kohlenlager in ebenern Gegenden häufiger als in den höher gelegenen, wo größere Massen aufgeschwemmten Landes sie bedecken. Doch erscheinen sie auch da, mitunter von Massengestein gehoben, zu Tage ausgehend. In der Nähe von Basalten ist die Braunkohle wahrscheinlich durch den Einfluß der Wärme beträchtlich verändert, fester und kohlenstoffreicher.

8. Die oberste Gruppe des Flötzgebirges ist das aufgeschwemmte Land (Alluvium), das aus Thon, Lehm, Letten, Mergel, Sand, Gerölle und Geschiebe, aus dem jüngsten Meersandstein und jüngstem Kalk besteht. Der Sandstein entsteht aus den lockern Sandtheilchen, die durch Niederschlag aus dem Wasser gebunden werden und verhärten. Auch der in Bächen, Seen und Sümpfen aufgelöste kohlensaure Kalk setzt sich ab, sobald ein Theil der Kohlensäure an der Luft sich verflüchtigt, und bildet den Kalktuff. Der Traventin in der Nähe Roms, als Baustein bewährt, ist solcher Kalktuff. Auch Kieselerde setzen die Wasser ab, besonders heiße Quellen, und bilden Kieselsinter und Kieselguhren,

Bäche und Flüsse aus erzführenden Gebirgen reißen Erztheilchen mit sich und setzen sie in den Niederungen ab. So entstehen die Anhäufungen von Goldsand, Platinsand und Zinnerz, welche die Seifengebirge bilden. Nächstdem erscheint dem Bergmanne das angeschwemmte Gebirge nur noch wegen seines Gehaltes an abgelagerten Eisenerz, Raseneisenerz oder Sumpferz, dann wegen des Vorkommens der Edelsteine z. B. Diamanten und besonders in Böhmen der Granaten, des Pyrops als wichtig.

Vorstellung von der Entstehung der Erdrinde.

Wenn es für jeden Menschen anziehend ist, sich in die Wunder der Natur zu versenken, und ihren Gang und Zusammenhang zu erforschen, — wenn sich dem grübelnden Verstand die Naturkräfte bei Entstehung der Erde in großartigster Entfaltung und sich daher auch als der würdigste Gegenstand des Nachdenkens zeigen; so hat vor Allen der Bergmann den natürlichsten Anlaß, diesen Kräften nachzuforschen; denn von der richtigen Vorstellung über die Vorgänge bei der Bildung der Erdrinde hängt zum größten Theile der Erfolg seiner Unternehmungen ab, sein Broderwerb,

sein Glück. Was bei solchen Forschungen Anderen eine angenehme Unterhaltung gewährt, das ist ihm nützlich, was Anderen dabei nützlich erscheinen kann, ist für ihn nothwendig. Die richtige Vorstellung von der Bildung der Erdrinde ist der Leitstern bei seiner Arbeit, und oft der Glückstern bei seinen Unternehmungen. Irrige Vorstellungen können den fleißigen, den kühnsten Bergmann neben den gesuchten Schätzen vorbei führen; unrichtige Begriffe haben verschwendete Mühe zur Folge und sind Ursachen des häufigen Mißlingens von Bergbau-Unternehmungen. Wer von meinen Lesern wird nicht Beispiele dazu selbst anführen können! Wie vieles Geld, wie viel Schweiß wurde schon verschwendet, indem man Silberadern in aufgeschwemmtem Gebirge, und Erdkohlen in Urgebirgen suchte!

Zunächst müssen wir uns über die Zeitverhältnisse bei der Bildung der Erde verständigen.

Die Erde ist älter als wir gewöhnlich annehmen. Wie bekannt, läßt sich aus den Jahresringen eines durchsägten Baumstammes, oder auch aus der Größe der Bäume überhaupt auf ihr Alter schließen. Nun hat man Affenbrotbäume an den Ufern des Senegal gefunden, die 6000 Jahr alt seyn müssen. Gewiß eine merkwürdige Zeittafel, welche weit über die Schöpfung Adams zurück reicht. Doch auch in der Erdrinde haben die darüber hinschreitenden Jahrhunderte Zeichen hinterlassen, die noch weiter zurückführen:

Der Nil in Aegypten tritt jährlich aus seinen Ufern und setzt einen schlammigen Rückstand ab; nun hat man Stellen gefunden, wo diese Rückstände in dünnen unterscheidbaren Schichten zählbar erscheinen, und daran erkannt, daß der Nil viele Tausende von Jahren schon diese regelmäßigen Ueberschwemmungen wiederholt haben müsse. Der Niagara-Fall in Nordamerika ist der Ausfluß eines durch einen Damm gebildeten Sees, welcher diesen mächtigen Damm durchbrach. Die Gewalt des Wassers gräbt nun unablässig nach, indem sie das gelockerte Gestein abbricht und so weicht der Niagarafall immer mehr zurück. Dieses Zurückweichen beträgt aber so viele Meilen, daß nach sichern Berechnungen viele Tausend Jahre dazu gehörten, ehe er an die Stelle kommen konnte, wo wir gegenwärtig das überwältigende Schauspiel seines Sturzes anstaunen.

Mancher könnte ein so hohes Alter der Erde bezweifeln, weil es mit den Worten der Bibel im Widerspruche scheint. „In 6 Tagen heißt es dort, schuf Gott den Himmel und die Erde." Neue Wortforschungen haben aber ergeben, daß das hebräische Wort „Tag" zugleich Zeitraum überhaupt bedeutet. Und in sechs Zeiträumen von großer Dauer läßt sich allerdings der Schöpfungs-Vorgang eintheilen. Die Sternkundigen führen zu dieser Behauptung noch einen wichtigen Beweis an. Das Sonnen-Licht braucht eine Sekunde um 40000 Meilen zu durchblitzen. Nun giebt es aber Sterne, deren Licht hundert Tausend Jahre braucht, um zu uns zu gelangen. Wir sehen diese Sterne, das Licht ist bereits angelangt und muß daher schon vor hundert Tausend Jahren ausgegangen seyn.

Wie richtig übrigens die Schöpfungsgeschichte im Buche der Bücher erzählt ist, werden wir später durch einen merkwürdigen Beleg hervorheben können.

Das Baumateriale der Erde bilden die etlichen und sechzig Urstoffe, die wir in der Gesteinlehre kennen lernten. Wenn das Innere der Erde auch einige uns noch unbekannte Stoffe enthalten mag, werden die uns bekannten doch sicher die wichtigsten seyn.

Darunter ragen an Menge der Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, dann der Kiesel, Thon, Kalk, das Magnium, die Kohle, das Eisen und Mangan besonders hervor, während die Alkalien (Kalium und Natrium), dann der Schwefel auch noch gewaltige Mitwirkung ausübten. Der Sauerstoff beträgt $^1/_5$ des ganzen Luftmeeres, $^8/_9$ des gesammten Wassers, und vielleicht $^1/_3$ der gesammten Erdmasse.

Der Wasserstoff beträgt $^1/_9$ des Wassers und ist auch in sehr vielen Irden als Bestandtheil enthalten.

Der Stickstoff ist größten Theils nur in der Luft vorhanden, beträgt aber hier $^4/_5$ des Ganzen.

Der Kiesel macht nebst dem Sauerstoffe den Hauptbestandtheil der Erde aus und wird wohl auch $^1/_3$ der festen Erdmasse betragen. Dann kommt in Bezug der Menge der Thon an die Reihe, und auch

der Kalk, der Talk (Magnium) haben noch eine sehr massenhafte Verbreitung.

Die Kohlensäure beträgt $^1/_{1000}$ der gesammten Luft, ist dem meisten Wasser beigemengt und der kohlensaure Kalk, welcher in großen Gebirgsmassen als Urkalk, Marmor, Kreide, u. s. w. vorhanden ist, enthält allein $^1/_7$ Kohle. Auch vom Schwefel enthalten die Metalle und besonders die schwefelsauren Kalkarten große Mengen. Wenn diese Stoffe nach der Menge den größten Antheil an dem Baue der Erde hatten, so verdienen die übrigen Urstoffe nicht weniger die volle Berücksichtigung. Sie waren nicht etwa bloße Ausfüllsel und Kitt, sie mußten gleichfalls großen Antheil an dem Bau gehabt haben, denn alle Grundstoffe erscheinen nicht bloß als Baumateriale, sondern auch als Baukräfte. Die Erde hat sich nach der weisen Anordnung des Schöpfers selbst gebaut, gerundet, gefestigt und ihre Bestandtheile in die gegenwärtige Form gebracht.

Als die vorzüglichsten Baukräfte der Erde sind anzunehmen:

1. Die Wärme. Sie dehnt mit unwiderstehlicher Gewalt alle Körper aus, macht die starren flüssig, die flüssigen flüchtig wie Gase, und zersprengt alles, was die von ihr ausgedehnten Körper einschließt. Erinnern Sie sich hier an die Kraft des entzündeten Pulvers und an die Gewalt, womit Kessel von Wasserdämpfen zerrissen werden.

Entweicht die Wärme aus einem Körper, so zieht er sich zusammen, der flüchtige Körper wird flüssig, der flüssige starr und fest, und diese Zusammenziehung geschieht mit eben solcher unwiderstehlichen Gewalt wie die Ausdehnung.

2. Die Schwerkraft. Newton saß in ruhiger Betrachtung der Natur in einem Obstgarten und bemerkte, wie bei vollkommener Luftstille und ohne, daß sich ein Zweig bewegte, ein Apfel vom Baume fiel, mit einer Kraft und Schnelligkeit wie sie nur ein starker Wurf gibt, während der Apfel doch von selbst fiel. Er schloß daraus, daß eine Kraft in der Erde liege, welche alles an sich zu reißen strebt und wenn man den fallenden Körper unterstützt auf diese Unterlage im Falle bedeutend drückt. Dieser Druck, den wir die Schwere oder das Gewicht nennen, hängt von der Dichte der Körper ab und ist ihnen allen, obwohl in sehr verschiedenen Graden eigen. Alle Irden, selbst die Luft und also auch Gase haben ihre Schwere, und die Neigung zur Erde zu fallen.

Beachtet man die Richtung des Falles und Druckes, so geht sie immer senkrecht nach der Erde; es ist also die Anziehungskraft der Erde ihre Ursache. Aber nicht blos nach der Erdoberfläche geht die Richtung der Anziehungskraft, sie liegt noch tiefer. Die Körper fallen auch in den tiefsten Schächten und drücken dort auf die Unterlage. Der Mittelpunkt der Erde also scheint diese Anziehungskraft auszuüben. Diese Erscheinung ist aber nur wieder eine Folge der Kugelgestalt der Erde. Wir dürfen annehmen, daß im Mittelpunkte der Erde selbst, die Anziehungskraft gleich Null ist, denn sie ist eine Kraft, welche allen Theilchen der Erde zwar gleichmäßig inwohnt; diese Anziehungskraft aller Theilchen wirkt aber zugleich auf einen Körper außer der Erde und so verstärkt die Masse aller Theilchen zusammengenommen diese Kraft so sehr, daß sie eine mit Pulverkraft emporgeschleuderte Bombe, wieder zurück und an sich reißt; und daß sie den Mond zwingt in seiner Bahn um die Erde zu kreisen. Ein Körper in den Mittelpunkte der Erde gebracht, würde aber nach allen Seiten hin gleichstark angezogen werden, und daher nicht fallen, und kein Gewicht haben, sondern schweben. Diese Anziehungskraft ist daher auf der Oberfläche der Erde nicht am größten, sie nimmt gegen das Innere bis zu einer bestimmten Tiefe noch zu, weil der angezogene Körper der Hauptmasse näher kommt, und nimmt nach einem bestimmten Verhältnisse der Entfernung von der Erdoberfläche wieder ab.

Diese Anziehungskraft nun ist nicht blos der Erde eigen; alle Himmelskörper besitzen sie, auch der Mond; sie ist es, welche ihn im Gange hält; sie ist es, welche festhält, was ihm angehört, und auch gegenseitig wieder die Erde, ja wirklich ihre beweglichen Theile anzuziehen strebt; das Luftmeer und das Wasser, wie wir in den Erscheinungen der Ebbe und Fluth und in einigen regelmäßigen Schwankungen der Luft am Barometer nachweisen können.

Die Anziehungskraft eines Körpers ist um so größer, je mehr Masse er hat; also bei dem Mond kleiner, bei der Sonne ungemein größer als bei der Erde. Diese Anziehungskraft hält die lockern Theile der Erde zusammen, zieht das Wasser, die Luft an und ist das allgemeine Band, welches die ganze Welt in der schönen Ordnung zusammenhält. Sie reißt den geworfenen Stein in senkrechte Richtung zurück, sie zieht die wagerecht abgefeuerte Flintenkugel

in sanfter Krümmung wieder zur Erde, den hoch abgeschossenen Pfeil im Bogen und in solchen krummen Bahnen kreisen die Monde um die Planeten, die Planeten um die Sonne von der gegenseitigen Anziehungskraft gelenkt. Dieses wunderbar staunenswerthe Gesetz, das der große Newton durch den bloßen Fall eines Apfels aufmerksam gemacht, entdeckte, ist allgemeines Weltgesetz; es ist im ganzen Sternensystem sichtbar und hat auch die Erde mitbauen helfen; denn es rundete die Erde zu einer Kugel.

3. Die chemische Verwandtschaft oder die Verbindungskraft der Irden ist die dritte Baukraft der Erde gewesen und ist es in den kleinen Umstaltungen noch. Diese Kraft, womit sich die Urstoffe nach bestimmten Gesetzen verbinden und gegenseitig ausscheiden, wohnt allen Irden inne, doch giebt es vorzugsweise einen Grundstoff, welcher die stärkste Verbindungskraft mit den meisten andern Stoffen hat, und daher auch die größte Thätigkeit entwickelt: Das ist der so merkwürdige Sauerstoff. Im Thierleben und in der Bildung der Pflanzen ist seine Mitwirkung die größte; aber auch im Reiche der Irden zeigt sich überall sein Einfluß. Der Sauerstoff ist in größtem Maße im Wasser, in der Luft zu $^1/_5$ enthalten und wird von den Pflanzen, welche die Sonne bescheint, sehr reichlich ausgeschieden. Wo nun Irden, welche zu ihm nahe verwandt sind, mit Wasser oder Luft in Berührung kommen, dort tritt er aus der Verbindung des Wassers oder der Luft und vereinigt sich mit den näher verwandten Irden.

Die Verwesung der thierischen Körper,
die Gährung der Pflanzensäfte,
die Vermoderung der Pflanzen,
die Verwitterung der Steine in feuchter Luft sind immer Verbindungen des Sauerstoffes mit jenen Körpern.

Das Verbrennen der Kohle, das Brennen aller Harze, Fette, des Kohlenwasserstoffgases, des Schwefels, Phosphors sind nur heftige Verbindungen mit dem Sauerstoffe.

Das Rosten des Eisens, der Grünspan, welcher das Kupfer, der schwärzliche Staub, welcher Blei, Zink und andere Metalle überzieht — sind Oxidationen, oder Sauerstoff-Verbindungen.

Der Sauerstoff ruht und rastet nicht, bis er in Alles eingedrungen und sich gesättigt hat und bringt noch jetzt so große Ver-

änderungen hervor; was mag seine Wirkung erst gewesen seyn von Anbeginn der Erde, wo er alle Elemente noch unverbunden vorfand. Wir wollen dieß betrachten; nachdem wir unter

4. noch den Magnetismus, die Elektricität und das Licht erwähnt haben, die bei dem Bau der Erde gewiß auch nicht unthätig waren. Nur sind diese Kräfte, wenn sie nicht eine und dieselbe Kraft sind, die sich nur verschieden äußert, von so schwer ergründlichem Wesen, daß wir diesen Einfluß noch nicht klar nachweisen können. An geeigneter Stelle werden wir daher nur eine Ahnung über ihre wahrscheinliche Wirkung aussprechen. —

Versetzen wir uns nun im Geiste zurück in jene Zeit, wo die Urstoffe aus welchen die Erde besteht, noch ohne Verbindung nebeneinander waren, denken wir uns alle Urstoffe, Einen ausgenommen im wirren Chaos beisammen, und nun lassen wir diesen einen Urstoff, den Sauerstoff, mit seiner chemischen Kraft in der Menge eines Drittheiles des Ganzen hinzutreten. Welch' eine Wirkung, welch' mächtige Veränderungen mußten erfolgen! Der Kiesel, der Grundstoff des Thones und Kalkes, riß den Sauerstoff an sich und erglühte; der Kohlenstoff verband sich mit dem Sauerstoff zu Kohlensäure nnd flammte auf — alle Verbindungen der Irden, des Kaliums, Natriums, Schwefels, der Metalle mit dem Sauerstoffe folgten nach einander, alles glühte, flammte und erreichte einen Hitzgrad, welcher diese neuen Verbindungen zu Gasen verflüchtigen mußte. Nur die Schwerkraft hinderte dabei die Ausstrahlung in den leeren Raum und hielt diese zur Kugelform ausgedehnte Gasmasse zusammen. Die Annahme, daß die Urstoffe der Erde einst in solchem glühenden, gasförmigen Zustande waren, erhält durch die Beobachtungen der Sternkundigen eine Stütze, welche an den Kometen, an den Nebelsternen und an den von der Sonne entfernten Planeten noch gegenwärtig eine dunstförmige, lockere, flüssige Masse erkennen. Nach geschehener Verbindung des Sauerstoffes mit den andern Urstoffen, worauf die Selbsterhitzung aufhören mußte, konnte allmählig eine Abkühlung erfolgen, denn nach den Beobachtungen der Wärmeverhältnisse gegen den Nordpol hin läßt sich annehmen, daß der Weltraum, in welchem die Erde kreist, eine Temperatur von etwa 40 Graden unter dem Eispunkt habe. In diesen die Erde umhüllenden Kälteraum strömte die Hitze aus, und die luftförmigen Irden mußten allmälig erstarren, theils tropfbar, theils fest werden.

Wir können auch errathen, welche Irden zuerst erstarren mußten. Ohne Zweifel jene, welche am meisten Hitze brauchen, um verflüchtiget zu werden. Das ist der Thon, die Kieselerde, der Kalk und der Talk. Und siehe da! Diese Bestandtheile bilden in der That die eigentliche erste Erdkruste — die Urgebirge des Thonschiefers und Glimmerschiefers, sie bilden den Gneiß, Granit und den Urkalk, welche sich als eine nicht gar dicke Schale als eine erstarrende Schlacke um die noch dampfförmige und glühende innere Masse gespannt haben mögen. Der schiefrige Bau dieser Gebirge, welche oft Hunderte von Meilen in der Lage der Glimmerblättchen eine fast gleiche Richtung erkennen läßt, kann wohl unter Einwirkung der Elektricität und des Magnetismus geschehen seyn. Die Schwere war dabei auch thätig, und zog vielleicht die Metallmassen mehr nach dem Innern der Erde hin, wenn auch im flüssigen Zustande; denn die Sternkundigen berechnen die mittlere Dichte der Erde gleich fünf, während die Dichte der Hauptgesteinarten der Erdkruste nur etwas über zwei beträgt.

Wo aber blieb die Masse Wassers welches sich aus der Verbindung des Sauerstoffes und Wasserstoffes bildete? Es hing Anfangs als Dunst in der Luft. Denn da nur eine Wärme von beiläufig 80 Graden erforderlich ist, um Wasser in Dampf zu verwandeln, die Erdkruste aber beim Erstarren des Kiesels, Thones, Kalkes noch über 100 und 1000 Hitze-Grade haben konnte, also einer glühenden Platte glich, so mußte alles Wasser noch in Dampf aufgelöst bleiben. Allein die Abkühlung verdichtete auch die obern Schichten des Wasserdampfes und nun mag ein neues Schauspiel begonnen haben, dessen Großartigkeit sich wohl mit nichts Bekanntem vergleichen läßt: Es kam jene Zeit, wo die unter 80 Grad Wärme abgekühlten Wassermassen auf die glühende Oberfläche der Erde herabstürzten. Was sind Regengüsse und Wolkenbrüche gegen jene Fluthen, die aus dem noch in den Lüften hangenden ganzen Weltmeere niederfluthen mußten. Man gieße eine Kanne Wasser auf glühenden Kalk, in kochenden Schwefel, in flüssiges Eisen und sehe zu, wie das zu Sand und Schlackenstücke zerrissene Metall, das kochende Mineral im Kampf des Feuers mit dem Wasser umhersprüht, zerplatzt, selbst zertrümmert wird und zertrümmern hilft; und man denke sich nun die glühende Erdrinde in dem Aufruhr ununterbrochener Explosionen begriffen. Die Oberfläche wird zer-

rissen, zerbröckelt, zerstört; die Gluth überwindet und wirft und treibt die Wassermassen mit den Trümmerblöcken und Sandmassen wieder hinauf. Die fortschreitende Abkühlung, die Schwerkraft wälzt die bergeshohen Wolkenströme wieder herab und der erneuerte Kampf wühlet tiefer in die glühende Masse der Urgebirge. Ein großer Theil davon mußte in Trümmer zerrissen werden!

Wir bewundern Ueberlagerungen der Urgebirge mit hundert Klafter hohen Geröllen und Trümmersteinen. — Die Sandmassen, welche ganz Norddeutschland überdecken, welche sich in den Sandgebirgen der Karpathen, der sächsischen Schweiz und noch an vielen Orten bis zu hundert, in der Schweiz bis zu tausend Klafter emporthürmen, die Sandwüsten, welche große Strecken ganzer Welttheile einnehmen, wie die Sahara in Afrika; — das alles kann kein Werk bloßer Verwitterung und der allmäligen Anschwemmungen von Flüssen seyn, an dem Zustandebringen solcher Zerstörungen hat sich das Meer betheiligt, im Kampfe mit dem Feuer hat es einen beträchtlichen Theil der Erdrinde in Trümmergesteine, Grus und Sand zerrissen und die nun auf der abgekühlten Oberfläche noch regellos hin und her fluthenden Wogen haben die Stücke zu Rollsteinen gerundet.

Mit dieser Annahme erklären wir aber noch mehre wichtige Verhältnisse des Gebirgaufbaues nicht. Die Schiefergebirge wie Gneiß, Glimmerschiefer und solche, von denen wir annehmen, sie seyen die ersten Bestandtheile der erstarrenden Erdschale geworden, sollten oben liegen und gleichförmig oder höchstens sanftwellig von den Trümmergesteinen, Geröll, Sand und Thonmassen überlagert seyn. Statt dessen sehen wir diese Urgebirge nicht in ebensöliger Schieferrichtung liegen, sondern verworfen, geneigt, oft fast senkrecht empor gestellt. Den Granit sehen wir die Gebirgskämme einnehmen, den Porphyr, den Basalt hohe runde Kuppen bilden, und was das unterste Gebirge seyn sollte, ist das höchste. Wir müssen dafür einen Grund suchen. Er liegt im Innern der Erde, das wir bis jetzt aus den Augen ließen, um den äußern Kampf zu betrachten. So heftig dieser seyn mochte, er konnte von dem im Innern der Erde noch weit übertroffen werden.

Die endliche Abkühlung der äußern Erdkruste durch das Wasser mußte eine größere Zusammenziehung zur Folge haben und der mächtige Druck der enger werdenden Erdschale, die innern Gase

zusammenpressen, bis sie so dicht wurden, daß sie die Schale gewaltsam sprengen konnten, um sich Raum zu schaffen. Wenn aber diese Vermuthung auch zu viel behaupten sollte, so können wir doch annehmen, daß die Wärmeentwickelung mit dem Schlusse der ersten dünnen Erdschale noch nicht geendet war; denn die Verbindung des Sauerstoffes mit andern Stoffen und die damit zusammenhängende Erhitzung dauerte fort und die Hitze dehnte endlich die eingeschlossenen Gase so sehr aus, daß ihre Spannkraft die Kruste zersprengen konnte.

So wurde die ebene Lage der Urgebirge verschoben, Theile der Schale wurden gehoben und aus dem Innern quollen neue glühend-flüssige Gebirgsmassen, die sich über die ältern aufhäuften. Man hält dafür, daß die Granite, Syenite, der Grünstein, der Porphyr und die Basalte mit ihrem emporsteigenden Baue solche später emporgehobene Gebirgsmassen seyen. Dadurch wurde die Erdrinde dicker, die Sprengung erforderte mehr Kraft; sie erfolgte aber doch noch mehre Male und hob immer höhere Gebirge herauf. So will man die höchsten Gebirge auch für die neuern Gebirge halten. Noch bis jetzt ist die Erdkruste nicht vollkommen geschlossen. Die feuerspeienden Berge zeigen uns noch immer solche Ergüsse des flüssigen Erdinnern in Emporhebungen und die Art, wie sich die Gewalt der Gase einen Ausweg zu verschaffen weiß. Ja ohne diese offenen Krater würde die innere Spannung der Erdrinde neue Gefahren drohen, daher nennt Humboldt die Vulkane sehr richtig die Sicherheitsventile der Erde. Was der obigen Annahme viel Wahrscheinlichkeit giebt, ist das Vorkommen von Rollsteinen und Sand, ja sogar von Versteinerungen auf hohen Gebirgen, dort, wo das Meer nie gestanden seyn konnte. Wir dürfen nur annehmen, daß bei den spätern Ausbrüchen der innern Erdmasse die indessen entstandenen Ablagerungen von Gerölle und Sand sammt den Versteinerungen mit emporgehoben worden seyen, um dieses Vorkommen einfach zu erklären. In der That bemerkt man auch die geschichteten Gebirgsarten, die aus dem Wasser abgesetzt eben liegen sollten an den Gebirgen, die man emporgestiegen oder gehoben annehmen kann, schief angelehnt, was nur durch einseitiges Heben erklärlich ist.

Wir sehen nun den Unterschied zwischen Urgebirge, Schiefer- und Massengebirge und dem Flötzgebirge (den geschichteten Gebirgsarten) deutlicher. Man nennt die Urgebirge auch Feuer-

gebilde, oder vulkanische Felsarten mit kristallinischem Gefüge, weil sie aus dem geschmolzenen Zustande in den starren übergegangen sind. Die Flötzgebirge nennt man hingegen Wassergebilde oder neptunische Felsarten, weil das Wasser zu ihrer Umstaltung und namentlich zu ihrer Ablagerung in Schichten am meisten beigetragen hat. Zwischen ihnen liegen freilich Gebirgsarten; wie die Grauwackengruppe, der alte rothe Sandstein, deren Ursprung zweifelhaft ist, eben weil in jenem ersten Zusammenpralle der Feuer- und Wassermasse beide an der Bildung Antheil haben möchten. Man nennt daher diese Gruppen auch Uebergangsgebirge.

Wir wollen nun die geschichteten Gebirgsarten näher betrachten. In jener Zeit, wo die Erde sich schon so abgekühlt hatte, daß einige höhere Gebirgszüge an der feuchten Luft verwitterten und der Boden für die Pflanzen-Bildung geeigneter wurde, hat ihn die Hand des Schöpfers auch besämt und bald mag sich ein ungemein üppiger Pflanzenstand entwickelt haben.

Dazu waren alle Umstände sehr günstig; Wärme und Feuchtigkeit sind nebst dem Sonnenlichte die Hauptbedingungen des Gedeihens der Pflanzen. Die Erde war damals noch ein Treibbeet, wie wir auf dem noch durchwärmten Boden in der Nähe feuerspeiender Berge das üppigste Pflanzenwachsthum bewundern, und die feuchte an Kohlensäure reiche Luft trug dazu bei, daß die einfachsten Gewächse in jener Zeit sich riesengroß entwickeln konnten. Wir vermuthen das aber nicht nur, wir haben den Beweis davon in der Erde aufgefunden, in den versteinerten baumgroßen Farn, Schachtelhalm und andern Pflanzen von einfachem Baue, welche wir noch mit all den schönen Schuppen und Einzelnheiten ihrer Gestaltung tief in der Erde aufgegraben haben. Viele Tausend, vielleicht Hunderttausend Jahre vor der Schöpfung des Menschen entstanden und von keinem Auge erschaut, das an ihren schönen Formen Wohlgefallen fände, hat sie der Schöpfer doch schon geschmückt für unser Auge. Gottes Sorge geht lang vorher!

Aus jenen Zeiten stammen die ältern Kohlengebilde, vielleicht der Anthrazit und gewiß die Schwarzkohle.

Die Wissenschaft begnügte sich nicht damit, das Vorhandenseyn der Pflanzenreste in den Flötzgebirgen zur Kenntniß zu nehmen, sie bemühte sich auch, aus Vergleichungen zu bestimmen, welche

Versteinerungen älter und welche jünger seyen und fand eine lange Reihe, mit so vielen neuen Arten, daß die vorzeitliche Pflanzenwelt der jetzigen kaum an Mannigfaltigkeit nachsteht.

Wie Pflanzen vorhanden waren, konnten auch Thiere zu diesem Nahrungsvorrathe geschaffen werden; und in der That finden wir in dem Flötzgebirge auch ein ganzes vorzeitliches Thierreich vergraben, deren mannigfaltige Arten und Formen aus dem Knochenbaue abgeleitet noch mehr in Erstaunen setzt, als die vorzeitliche Pflanzenwelt. Auch hier findet man eine gewisse Aufeinander-Folge der Arten, so daß die von einfacherem Baue, den Arten von zusammengesetzterem Baue vorangehen. Man hat zu diesem Zwecke die Ueberlagerungen der Flötzgebirge in eine Reihe gebracht, deren Gruppen wir schon erwähnten und immer die untern Flötze als die zuerst abgelagerten, mithin als die ältern angenommen. Da man nun in den tiefern, älteren Ablagerungen zugleich Reste und Spuren von einfachen Pflanzen und Thieren fand, so bestätigten sich die Voraussetzungen gegenseitig.

Die Grauwacke und die Schwarzkohlengruppe enthalten nur einfache Pflanzen, Sigillarien, Calamiten, baumartige Farn und auch nur einfache Thiere, als eigenthümliche Polypen und Strahlthiere, Weichthiere und Krustenthiere, selten noch Fische.

In den höheren und nach unserer Vermuthung jüngeren Gruppen erscheinen viele Weichthiere, besonders ungeheure Ammonshörner, viele Fische, Haifische von 90 Fuß Länge, riesengroße 30 und mehr Fuß lange Eidechsenarten.

In der Juragruppe erscheinen neben Reptilien, auch Kriecher und Vögel. Aber schon in der Gruppe des bunten Sandsteines trifft man Stapfen, welche von Sumpfvögeln herrühren. Merkwürdiger Weise findet hier die Bibelstelle (1. Buch Mos. 1. 20) ihre Bestätigung: Und Gott sprach: Es bringe hervor das Wasser kriechende Thiere mit lebendiger Seele und Geflügel über der Erde und unter der Veste des Himmels." Dann erst schuf er „die großen Wasserungeheuer und jedes Wesen, das lebt und webt und die Wasser hervorbrachten nach seiner Art, auch alles Geflügel nach seiner Art, und endlich die Thiere der Erde nach ihrer Art und das zahme Vieh und alles Gewürm der Erde." Sumpfvögel konnten den Landthieren vorangehen. In der Kreidegruppe erscheinen Palmen, Nadelhölzer und die ersten Laubhölzer. Diese

nehmen in den Obern Gruppen zu und zuletzt gesellen sich den höhern Pflanzen auch die vollkommenen Säugethiere: Der urzeitige Elephant, (das Mamuth) der Mastodon, das Riesen-Faulthier (Megatherium) der Höhlenbär, der Urochs, der Riesenhirsch.

Nirgends aber Ueberreste von Menschenknochen. Wie der Mensch erschien, begann die geschichtliche Zeit, denn er erinnert sich seines Ursprunges. — Die Ueberreste der Pflanzen- und Thierwelt bestehen entweder in eigentlichen Versteinerungen, indem an die Stelle weicher Theile von Pflanzen und Thieren, die sich auflösten, allmälig flüssige oder in Wasser aufgelöste Steinarten, wie Kieselerde, Kalkerde oder Schwefelkies getreten ist, welche die Form der vorigen Stoffe beibehalten, oder dadurch, daß die aufgelösten Steinarten die Lücken der Thier- und Pflanzen-Theile durchdrungen haben. Auf eine andere Art wurden die festen Theile, besonders Knochen und Muschelschalen, dann holzige Pflanzentheile aufbehalten, indem eine weiche Thon- Kalk- oder Sandmasse dieselben einhüllend Wasser und Luft, die zur Verwesung oder Vermoderung nothwendig sind, absperrte und daher ihren Bestand sicherten. In Kohle noch besser aber in Harz, wurden oft sehr weiche Ueberreste geschützt. So findet man Bernsteinstücke, in denen Bienen in vollkommener Gestalt eingeschlossen, bei der Durchsichtigkeit des Bernsteins zu sehen sind. Sie sind von den jetzigen Bienen verschieden und gehören auch viel frühern Jahrtausenden an. Doch konnte der verzehrende Sauerstoff (der eigentliche Zahn der Zeit) ihnen durch die Harzhülle des Bernsteinharzes nicht beikommen. Von mehren vorzeitlichen Thieren und Pflanzen sind nur Eindrücke und Abdrücke zurückgeblieben, welche ihre Gestalten erkennen lassen. Der Stapfen vorzeitiger Vögel in Sandstein haben wir schon erwähnt. Auch von andern Thieren fand man tief unter der Erde Spuren. Es ergreift uns ein eigenthümliches Gefühl bei dem Gedanken, daß wir hier, über die Kluft von hundert Tausend Jahren die Fährten wilder Thiere verfolgen. Die Jäger kommen hier spät nach dem Wilde. Was ist mit ihnen indessen alles geschehen! — Sehr häufig sind die Blättereindrücke, besonders in thonigen Sandsteinen. Der Stoff war hier zu gering und wurde von dem naheliegenden Sauerstoffe verzehrt, aber der Eindruck blieb im verhärteten Gestein zurück oder eine kohlige Färbung, die nun als Zeichnung erscheint.

Eine andere Art der Erhaltung ist jene, welche den Bergmann am meisten anzieht, und zwar die Verkohlung. Das Erzeugniß derselben sind die Erdkohlenflötze, deren Entstehen wir bei den Fundorten der Erdkohle genauer betrachten werden.

Prüfung dieser Vorstellungen über die Entstehung der Erde und Folgerungen daraus.

Eine Voraussetzung hat um so mehr Wahrscheinlichkeit, je leichter die Erscheinungen, die darauf Bezug nehmen, sich daraus erklären lassen und je sicherer die daraus gezogenen Schlüsse eintreffen. Betrachten wir noch einmal die Erde mit besonderer Rücksicht auf den Bergbau.

Die Erde ist in der Tiefe wärmer und diese Wärme nimmt regelmäßig zu. Sie ist im Innern noch glühend und der Inhalt flüssig oder gasförmig.

Erfahrungen bestätigen diese Annahme. Die Bodenwärme ist schon 5 bis 10 Klafter unter der Oberfläche eine durch alle Jahreszeiten unveränderliche und beträgt in Mitteleuropa ungefähr + 10 Grad. Sie nimmt alle 25 Klaftern ungefähr 1 Grad zu, wie offene Schächte und tiefe Bohrbrunnen beweisen. Die aus großer Tiefe kommenden Quellen, wie der Sprudel in Karlsbad oder die Quellen von Teplitz, sind die heißesten. Aus den größten Tiefen endlich, wie die feuerspeienden Berge zeigen, strömen heiße Dämpfe und glühend flüssige Lava, erkaltet, dem Basalte und Trachyten ähnlich.

Bei Ausbrüchen der Feuerberge hat man neue Berge sich emporthürmen gesehen, und selbst kleine Hebungen großer Strecken der Erdoberfläche, die man an dem Zurückweichen des Meeres gemessen hat. Das Erdbeben endlich zeigt, daß Zerklüftungen und Zertrümmerungen der Erdkruste selbst jetzt noch möglich sind, wie vielmehr damals als diese Rinde noch nicht zu solcher Dicke erstarrt seyn konnte. Wenn die Erdbeben auch gewöhnlich nur kleine Länderstrecken berühren, so kann ihre Ausdehnung doch auch zu Zeiten sehr groß seyn. Bei dem fürchterlichen Erdbeben im vorigen Jahrhunderte, welches Lissabon zertrümmerte, hat man selbst bis Böhmen an den Quellen von Teplitz und Karlsbad Störungen bemerkt und gleichzeitige Wirkungen durch ganz Europa bis in die Skandinavische

Halbinsel. Die Ursache der Erschütterung konnte nicht in seichten Höhlen der Erdrinde, sie mußte im tiefen Erdinnern liegen. Die verschiedenen Gebirgslagerungen haben Veränderungen erlitten.

Wie könnte man sonst erklären, daß Versteinerungen von Meeresthieren Tausende von Schuhen über dem jetzigen Meeresspiegel liegen, wenn sie nicht sammt den Gebirgen gehoben wurden?

Wie ließe sich sonst erklären, daß die Schichten der Flötzgebirge, welche aus dem Wasser eben abgesetzt wurden, oft an andern Gebirgen schief hinaufgelagert erscheinen? Und gerade in der Nähe der neuern Urgebirge ist das der Fall: bei Lavagebirgen, bei Trahyten, Basalten, Porphyren und Graniten.

Wie wäre es sonst erklärbar, daß diese jüngern Urgebirgssteine oft am Rande wieder ein Flötzgebirg überlagern, wenn wir nicht annehmen dürften, sie seyen beim Emportreiben übergeflossen und übergestürzt.

Bei solchen Emporhebungen bemerken wir hie und da, daß die Flötzgebirge abgebrochen und theilweise eingesunken sind. Solche Absinkungen bilden Sprünge und Klüfte, welche beim Schwarzkohlenbau am genauesten beobachtet wurden. Das Flötz ist plötzlich wie abgeschnitten die höhern Schichten des Begleitungsgebirges sind herabgesunken, und 1 bis 10 Klafter tiefer findet der Bergmann die Fortsetzung desselben Flötzes erkennbar an der Lage, der Kohlenart und ihren Eigenheiten bis ins Kleinste. Der Bergmann nennt diese Absinkung „Verwerfung" und hofft auf die Fortsetzung des Flötzes sicher, entweder tiefer oder höher. Oft aber sind Klüftungen dazwischen, die mit einer fremden Gebirgsart ausgefüllt sind. z. B. Lettenzüge, nach denen erst die Fortsetzung des Flötzes folgt.

Während die geschichteten Gebirgsarten in der Nähe der Urgebirge doch nur wenig gehoben erscheinen, findet man die Urgebirge oft sehr steil, ja senkrecht emporgerichtet. Man erkennt es bei Schiefergesteinen an der Richtung der Schieferungen und Plattenlagen. Und forscht man der Ursache nach, so ergiebt es sich häufig, daß jüngere Urgebirge wie Grünstein, Granit, Porphyr die Unterlage sind, welche beim Emporsteigen diese ältern Gebirge mitgehoben haben mögen. Diese jüngern Urgebirge aber erscheinen

dann oft weit überragend, als Kuppen und Kämme dieser großen Gebirge.

Die Schichtungen der Flötzgebirge bestehen oft aus zahlreichen Lagen von verschiedener Mächtigkeit (Stärke oder Dicke), zum Beweise, daß die Emporhebungen vielleicht ruckweise und in öfterer Wiederholung eingetreten sind. Der Kohlenbergbau hat Veranlassung gegeben, diese Schichten zu durchsinken und man hat selbst Kohlenflötze mit Sand-, Thon- und Kalklagen wohl zwanzig, dreißig Mal wechselnd gefunden. Die Fluthungen des mit dem Feuer kämpfenden Meeres mögen freilich in ihren Riesenwellen ganze solche Schichten mit Einem Schwunge hingelagert haben. Einen ferneren Beweis von dieser Bildung der Erde können wir aus der Gestaltung der Erzablagerungen nehmen, welche für den Bergmann die meiste Anziehungskraft haben.

In den Urgebirgen, also in allen aus dem feuerflüssigen Zustande kristallisirten Felsarten finden wir Blasen, hohle Klüftungen, Drusen nennt sie der Bergmann, welche gewöhnlich mit ausgebildeten Kristallen von gleicher Gesteinart, wie die Felsmasse oder von verschiedenen Gesteinarten ausgekleidet sind. Gehen wir gleich auf die Erklärung dieser Erscheinung ein.

Wir haben darauf hingewiesen, wie die schwerflüssigsten Erdarten: Thon, Kiesel, Kalk sich zuerst abkühlten. Ihre Massen schlossen aber häufig leichtflüssige Erze und Metalle ein, welche noch in Dampfform standen, als die sie umhüllenden Felsarten erstarrten. Diese Erze und Metalle mußten daher in ihrer Dampfform wie in Blasen darin bleiben, und als sich bei einer äußerst langsamen Abkühlung die Metalldämpfe zu festen Körpern verdichteten, mußten sie Höhlen zurücklassen, da die schon erstarrten Felsmassen sich nicht weiter zusammenziehen konnten. Diese äußerst langsame Abkühlung ist aber die günstigste Bedingung zur Bildung der Kristalle. Die Metalldämpfe und alle diese flüssigen Erze und Erdarten setzten sich in Kristallgestalten an die innere Oberfläche der Drusen an, und kleideten sie mit den wundervollen Gebilden aus, deren Anblick auf den suchenden Bergmann einen Hauptreitz ausübt. Die kleinen Drusen sind gewöhnlich rund, die größern aber gestreckt und linsenförmig; was vielleicht in der Bewegung seinen Grund hat, in welcher das flüssige Gestein noch während der Blasenbildung begriffen war. Waren in einer solchen Druse mehrere Erz-

arten und andere Irden eingeschlossen, so lagerten sie sich nach ihren besonderen Eigenschaften der Flüssigkeit, der chemischen Verwandtschaft und Schwere ab, und so findet man diese Drusen in verschiedenen Lagen ausgekleidet.

Wir müssen noch ein Vorkommen in den Urgebirgen erwähnen, das sind die Ausfüllungen von Klüften. Bei der ursprünglichen Entstehung, noch mehr aber bei den spätern gewaltsamen Hebungen durch neu aus dem Erdinnern aufsteigende Gebirgsmassen sind Zertrennungen und Klüftungen entstanden, auch bei der schnellern Abkühlung mußten Sprünge und Klüftungen in den Urgebirgen entstehen, welche sich aus den noch feuerflüssigen untern Massen oder aus den in Wasser aufgelösten obern Gebirgsarten ausfüllten. Diese Ausfüllungen haben häufig wieder ein kristallinisches Gefüge, und bestehen auch nicht selten aus Erzen und Metallen. Oft aber sind es jüngere Urgesteinarten wie Granite, Porphyre, Grünsteine, Basalte, welche diese Klüfte ausfüllten.

Ob jene Drusen oder diese ausgefüllten Klüfte einige Zolle oder ob sie oft auf hundert Klaftern sich ausdehnen, das macht keinen wesentlichen Unterschied, die Natur schafft das Kleine wie das Große mit gleicher Hand: es ist immer die Hand der Allmacht.

Diese eben besprochenen ausgefüllten Drusen und Klüfte nun nennt der Bergmann Nieren, Nester, Butzen, Stockwerke, Lager, Gänge und, wenn die Gänge Erze enthalten, Erzadern.

Betrachten wir sie genauer. Wir können uns leicht vorstellen, daß einzelne Erzkörnchen, Schwefelkies, Kupferkies, Zinn, Silber, Gold in den noch feuerflüssigen Urgebirgssteinen eingefangen und beim Erstarren eingeschlossen blieben. Und so findet der Bergmann auch solche Erzkörnchen „eingesprengt".

Größere Mengen davon werden bei dem Umstande, daß sie länger in Fluß geblieben sind, als das Nebengestein, einen größern Raum eingenommen haben, als später im kalten Zustande, und beim Zusammenziehen blieben nun leere Räume, Drusen übrig, deren Wände die Erze dann in Kristallgestalten auskleideten. Sind sie nur zoll- oder schuhgroß, nennt der Bergmann solche Erzlager, Nester oder Butzen; sind sie mehre Klafter groß und haben sie keine in die Länge gezogene, plattenförmige, sondern eine unregelmäßige Gestalt von fast gleicher Ausdehnung nach allen Seiten, so nennt sie der Bergmann Stockwerke oder Stöcke. Sind

diese Anhäufungen von Erzen in die Länge gestreckt und mit dem Schiefergefüge der Urgebirge gleichlaufend, so nennt sie der Bergmann Lager; durchkreuzen sie endlich das Schiefergefüge der Urgebirge und erstrecken sie sich fast plattenförmig in die Länge, so sind es eigentliche Gänge.

Die Erzgänge gehören zu den anziehendsten Erscheinungen in der Natur. In ihnen finden wir die reichsten Ansammlungen der edlen Erze. Das Silber kommt fast nur in Gängen vor. In manchen Gängen sind Mengen der verschiedensten Metalle, Silber, Blei, Zink, Kupfer, Eisen, Kobalt, Wismuth neben einander zu finden. Auch Gold und Platin bricht fast nur in Gängen. Wenn diese Metalle in Geschieben und Sand angetroffen werden, so dürfen wir annehmen, daß die Gänge, in welchen sie ursprünglich waren, zerstört und zertrümmert wurden, und weil Gold und Platin von Sauerstoff nur sehr schwer angegriffen werden und fast unzerstörlich sind, so blieben sie im fortgeschwemmten Sande zurück.

Zur größten Bewunderung der Natur reißt den Beobachter die Gestaltung der Erzgänge hin. Die Anordnung ihrer Ausfüllung, die Verzweigung, die Kreuzung, der stellenweise Reichthum, ihr Abreißen, ihr Verwerfen ist die Veranlassung großer, gelehrter Untersuchungen geworden, es hat aber noch viel Geheimnißvolles und zieht eben dadurch nur noch mehr an. Die oben gegebene Erklärung, wornach die Gänge von unten aus der Masse des flüssigen Erdinnern ausgefüllt erscheinen, und wornach die Drusenräume nach der Abkühlung gasförmiger eingeschlossener Irden zurückgeblieben sind, befriedigen nicht immer den Beobachter der unendlich manchfachen Verhältnisse in der Gestaltung und Ausfüllung der Gänge.

Man hat daher auch angenommen, daß die bei der Zerklüftung der Urgebirge zurückgebliebenen Spalten und Höhlungen auch von Oben und von den Seiten ausgefüllt werden konnten, indem das Wasser die aufgelösten Stoffe dort absetzte; denn auch bei der Verdünstung des Wassers findet oft eine regelmäßige Kristallisation der darin aufgelösten Stoffe Statt.

Die reichen Erfahrungen der Bergleute, deren beobachtende Augen durch besseres Verständniß der wirkenden Naturkräfte geschärft

sind, gaben neuen Stoff zu gelehrten Forschungen, zu Fragen und mußten endlich auch jene Streitfragen der Entscheidung näher bringen.

Im Allgemeinen haben die Gänge eine steile fast senkrechte Richtuug und queren daher gewöhnlich die Schieferung der Urgebirge, in denen sie am häufigsten vorkommen. Der Bergmann muß aber diese Richtung genauer bestimmen lernen.

Er bedient sich hiezu des Bergkompasses. Wenn der Seemann den Kreis, welchen die Spitzen der Magnetnadel umlaufen, zunächst nach der Himmelsgegend Ost, Süd, West, Nord und die Zwischenlagen nach Hälften und Vierteln abtheilt; so sind die neuern Bergkompasse in 24 Stunden so abgetheilt daß die 24ste Stunde mit dem Nordpunkte, die 6ste mit Ost, die 12te mit Süd, die 18, mit West zusammenfällt. Die Zwischenräume der Stunden theilt der Bergmann weiter in je 15 Grade oder 8 Punkte ein.

Der so eingetheilte Kompaß dient nun die Richtung des Ganges zu bestimmen. Man legt den Kompaß an eine in der Längenrichtung des Ganges gezogene Schnur so an, daß die Linie von Süd nach Nord dieser vorausgerichtet, mit der Richtung der Schnur gleich läuft und beobachtet dann die Nordpolspitze der Magnetnadel, welche nun Stunden und Grade angibt.

Diese Richtung ist das Streichen des Ganges. Ist es gegen Osten gerichtet, so heißt der Gang eiu Morgengang, wenn gegen Westen ein Abendgang, wenn gegen Süden ein Mittagsgang, wenn gegen Norden ein Mitternachtsgang.

Jeder Gang hat aber noch eine zweite Richtung von oben nach unten. Nur sehr selten sind Gänge vollkommen senkrecht, „stehen auf dem Kopfe" wie der Bergmann sagt, sie sind gewöhnlich schief geneigt und diese Neigung, welche das Verflächen oder Fallen heißt, wird am Gradbogen gemessen. Man spannt eine Schnur oder stellt einen Stab gleichlaufend mit der Stellung des Ganges, so daß er die Richtung des Streichens unter einem rechten Winkel schneidet und bestimmt die Grade. Ein senkrechter Gang zeigt 90 Grade, jeder weniger geneigte zeigt weniger Grade. Beträgt der Steigungswinkel nicht mehr 30 Grade, so nennt der Bergmann den Gang flach, von 30 bis 45° tonnlägig, die steilen heißen stehende Gänge. Stimmt das Verflächen oder Fallen mit der Neigung des Gebirges überein, so heißt

es *rechtsinnig*, wenn der Gang sich nach der entgegensetzten Richtung ins Gebirge hineinsenkt, *widersinnig*.

Eine senkrechte Linie von einer Wand oder einer *Ulm* des Ganges zum andern mißt die *Mächtigkeit* desselben.

Die Mächtigkeit der Gänge wechselt von einigen Zollen bis zu mehreren Klaftern. Sie bleibt sich selten nach der ganzen Erstreckung gleich, sondern nimmt bald ab bald zu. Die Gestalt der meisten Gänge ist die sehr flach gedrückter Linsen, so daß an den erforschten Rändern der Gang sich verschmälert und ganz keilförmig endet, sich *auskeilt*. Oefter aber zweigt oder zertrümmert er sich in mehrere Gänge, die wohl auch wieder zusammenkommen. An andern Stellen baucht er aus, wird breiter und hier sind die Gänge gewöhnlich auch erzreicher, edler. Die Ausdehnung der Gänge nach ihrem Streichen kann oft mehrere hundert Klafter verfolgt werden; nach ihrem Verflächen, das heißt, der Tiefe (Teufe) zu erscheinen sie gewöhnlich unerforschlich, weil der Bergmann selten über 200 bis 300 Klafter nieder kann.

Edle Gänge treten auch selten einzeln, sondern gewöhnlich mehrere in einer Gegend auf, die nach ihrem Gehalte und ihrem Baue, einige Aehnlichkeit haben, nnd zusammen ein *Gangrevier* bilden. Solche Gangreviere bilden im *Erzgebirge* die Joachimsthaler, die Freiberger Gänge, im *Harz* die Andreasberger und Clausthaler Gänge. Die Gänge eines Reviers streichen entweder miteinander in gleicher Richtung, oder sie verbindeu sich z. B. im *Harz* wie zu einem großen Gewebe. Durchschneiden sich zwei Gänge, so *durchsetzt* einer, der seine Ausfüllungsmasse und deren Gefüge behält, den andern, oder sie vermengen die Erze mit einander, sie „*rammeln*“ sich, wobei sie sich gegenseitig an Erzen bereichern und veredeln. Oft auch laufen die zusammenkommenden Gänge eine Strecke neben einander fort, „sie *schleppen* sich;“ der durchsetzende Gang endlich nimmt nur das rechts oder links liegende Ende des durchsetzten Ganges eine Strecke mit sich, und dieses Ende verläßt ihn dann wieder in der Richtung, die der durchsetzte Gang früher hatte, die sich durchsetzenden Gänge stoßen entweder in rechtem Winkel zusammen, „sie *kreuzen* sich, oder in schiefem Winkel, „sie *queren* sich.“ Nun wollen wir den *Inhalt der Gänge* betrachten.

Die Gebirge, worin die Gänge, am häufigsten auftreten sind

Urthonschiefer, Glimmerschiefer und Gneis. Oft ist der sie durchsetzende Gang aus denselben Bestandtheilen ausgefüllt, aus welchen das „Muttergestein“ oder Nebengestein besteht; nur ist das Gefüge verändert, das Ganggestein ist weich, seine Schieferung läuft längs der Gangrichtung und durchschneidet die Schieferung des Muttergesteins.

Oft ist es eine jüngere Urfelsart, wie Granit, Grünstein, Porphyr Basalt, Trahyt, welche gangförmig in dem Schiefergebirge auftritt; wir müssen solche Zwischenlagen selbst dann noch als Gänge betrachten, wenn sie auch viele Klaftern mächtig sind und besondere Gebirgsstöcke in dem Schiefergebirge bilden. Auch einzelne Gesteinarten, wie Urkalk, Kalkspath, Quarz und andere treten als Gänge auf.

Der Bergmann, der Erze sucht, nennt Gänge mit dieser Ausfüllung „taube Gänge“; allein er beachtet sie, weil auch edle Gänge an der Außenseite der Gebirge „im Ausgehen“ oft solche taube Gangausfüllungen haben, die tiefer in das Gebirg hinein durch Erze ersetzt werden.

Es ist eine häufige Erscheinung, daß edle Gänge in dem obern Theile Eisenerze führen. Man betrachtete es als eine Regel und sagte:

„Es ist kein Gang so gut,
Er hat denn einen eisernen Hut.“

Auch Kiese: Schwefelkies, Kupferkies, Arsenikkies sind häufig die Vorboten edler Metalle. Daher nannten die alten Bergleute den Schwefel den „Vater der Erze“.

Es giebt aber auch Gänge, welche nur mit einer Erzart angefüllt sind: Quecksilbergänge, Goldgänge, besonders aber Bleigänge; doch überwiegt wohl die Zahl der Gänge, wo vielerlei Erze nebeneinander anstehen. Diese verschiedenen Erze wechseln oft in regelmäßigen Blättern von den Ulmen gegen die Mitte, daß sie im vordern Anbruche wie „Schnuren“ erscheinen. Dabei hängt die Gangmasse selten mit dem Muttergesteine zusammen „ist nicht angewachsen“, sondern scharf geschieden und durch ein „Sahlband“ gewöhnlich aus Letten bestehend, geschieden. Hierauf wechseln Schnuren von Kiesen, Blenden, Glanzen und edlen Erzen, und als wollte hier die Natur alle Schätze zusammendrängen sind Edelsteine, wie Amethyste, Chalcedone, Achate, Carneole, Bergkristalle und der-

gleichen mit untermengt. In manchen Gängen ziehen sich die Erze gleichmäßig fort, in andern wechseln sie mit tauben „Mitteln" und sie treten nur butzenweise als edle „Geschicke" auf.

Von den Gängen unterscheiden sich die Lager, Stöcke, Butzen, Nester nur in der Form und Ausdehnung.

Lager nennt man jene Erzanhäufungen, welche sich in der Länge erstrecken, aber in ihrer Richtung die Schieferung des Gebirges nicht durchsetzen, sondern mit deren Richtung gleichlaufend, also in der Schieferung eingelagert sind. Im geschichteten Gebirge nennt man die Lager gewöhnlich Flötze. Auch hier wird das Streichen und Verflächen nach der angegebenen Art bestimmt, nur heißen die beiden Seiten nicht Ulmen, sondern die obere das Dach, die untere die Sohle des Lagers oder Flötzes und das Nebengestein Dach- und Sohlengestein. Stöcke sind Erzanhäufungen, die sich in der Länge, Breite und Höhe fast gleich und beträchtlich ausbreiten.

Butzen sind kleine Stöcke; Nester und Nieren kaum schuhgroße Butzen.

Die Lagerungsverhältnisse der geschichteten Gebirge endlich bieten wichtige Beweise von der oben gegebenen Vorstellung über die Entstehung der Erdrinde.

Wir müssen die meisten geschichteten Gebirge oder Flötzgebirge aus dem Wasser entstanden, annehmen. Nach oberflächlichem Urtheile sollte man glauben, daß die geschichteten Gebirge als Niedersatz aus dem Wasser auch in ebene Lagen gebracht wurden. In der That bestätigen diese Annahme die jüngsten Ablagerungen, das „aufgeschwemmte Land", weil es durch die sanfte Gewalt des ruhigen Flusses des Wassers gebildet wurde. Allein dieses ruhige Wirken des Wassers dürfen wir nicht auch in jene Zeiten der heftigsten Kämpfe der Naturkräfte übertragen, unter welchen die meisten Flötzgebirge gebildet wurden.

Die Wärme der äußern Erdrinde ist jetzt in den gemäßigten Zonen 10, in den heißen etwa 20 Grad und das Wasser bleibt hier flüssig. Nur an den Polen, wo die Bodenwärme der Oberfläche unter dem Nullpunkt steht, sind fast ewige Eisfelder; als aber die Oberfläche der Erde noch nahe an 80 Grad heiß war, verdampfte alles Wasser, das Meer hing gleichsam in der

Luft und erst nach dem Herabströmen auf die sich unter 80 Grad abkühlende Erde fluthete es auf und nieder, das abgebröckelte Gerölle, der Grus und Sand mochte in diesen riesenhaften Wellenschlag viele Klaftern hoch aufgeweicht und von der Fluth getragen, hin und her geschwemmt worden seyn. Zu diesen kolossalen Sturmfluthen müssen wir unsern Geist zurückversetzen, um die wellenartigen Erhebungen und Senkungen zu verstehen, welche sich an den geschichteten Gebirgen beobachten lassen. Mit dem Maßstabe, jener Kräfte müssen wir die klaftermächtigen Bänke messen, welche in vielmaliger Wechsellagerung übereinander geschichtet wurden.

Die Erdrinde mag von Anfang der ersten Erstarrung an, kleine Erhöhungen und Senkungen, „Buckel und Mulden" gehabt haben. Ueber diese weg, schwemmte die Wasserfluth Sand und Gerölle, und ließ auch dieses wellenförmig zurück.

Als sich später Pflanzen auf den abtrocknenden Höhen entwickelten, und Thiere im Wasser und der Luft entstanden, rissen die zerstörenden Fluthen deren Ueberreste mit Gerölle, Sand und aufgelöstem Thon und Kalk in die Tiefe, die Pflanzenreste verkohlten, die Thierreste versteinerten und blieben zwischengelagert.

Allein es bleiben hier noch wichtige Räthsel ungelöst. Wie kommen die Kohlen auf die Gebirge bis zu einer Höhe von 8000 Fuß, wo sie Humboldt in Südamerika fand? Und was noch staunenswerther ist, wie wurden die Reste von Wasserthieren, die man auf dem Meeresboden sucht, auf Bergeshöhen von 12000 Fuß über die Meeresoberfläche gehoben?

Diese Erscheinung wird, wie wir schon früher erwähnt, am leichtesten durch die Annahme erklärt, daß die zuerst erstarrte Erdrinde durch die neu aus den Erdinnern hervorbrechenden Gebirgsarten in ähnlicher Weise wie die jetzigen Ausbrüche feuerspeiender Berge, nur mit viel größerer Kraft und in weit größerer Ausdehnung durchbrochen und stellenweise mit dem übergelagerten geschichteten Gebirge sammt den Thier- und Pflanzenresten emporgehoben wurde. Durch diese Annahme erklären sich auch andere Erscheinungen in der Flötzgestaltung der Schichtengebirge.

Diese sind zunächst die schiefe Anlagerung an hohe Gebirge, welche wir an manchen Schichtengebirgen beobachten. Hier hat das empordringende Urgebirge nur eine Seite des Schichtengebirges gehoben und in die schiefe Lage gebracht. Diejenigen geschichteten

Gebirge, welche ebenliegend gefunden werden, haben keine Störung mehr erlitten und wenn sie neben emporgehobenen Gebirgen liegen, so beweist ihre Lage, daß sie erst später aus dem Wasser abgesetzt worden sind.

Eine andere häufige Erscheinung in geschichteten Gebirgen ist die Verdrückung und Verwerfung der Flötze, welche etwas Aehnliches mit dem Verwerfen der Gänge hat. Der Bergmann, welcher ein Kohlenflötz durchgräbt „ausrichtet" und viele Klafter ein gleiches Verflächen beobachtete, findet es mit einem Male abgeschnitten und das Dach oder Sohlengestein vor sich anstehend. Bei diesem plötzlichen Abreißen läßt sich nun ein Verdrücken oder Verwerfen des Flötzes annehmen, und der Bergmann sucht die Fortsetzung des Flötzes tiefer oder höher, je nachdem er in dem verdrückenden Nebengestein, das herabgesunkene Dachgestein, oder das emporgehobene Sohlengestein erkennt. Auch diese Erscheinung läßt sich nur durch eine gewaltsame, plötzliche Verrückung der ursprünglichen Lagerung durch theilweise Emporhebungen und Senkungen erklären. Bei solchen Verrückungen müssen öfter Spalten entstanden seyn, die sich mit andern Gebirgsarten ausfüllten, welche Voraussetzung wieder die Erfahrung bestätigt. Die Ausfüllung dieser Klüfte, oft mehrere Klafter breit, besteht gewöhnlich in Thon und Sand, „Lettenzüge, Sandriegel" nennt sie der Bergmann und vermuthet hinter denselben die Fortsetzung der Flötzlagerungen.

Allein nicht immer sind es Ausfüllungen von Oben, sondern diese Unterbrechungen des Flötzes sind durch Emporhebungen des jüngern Urgebirges entstanden, welche nicht allein die Rinde der Schiefergebirge, sondern auch die darüber gelagerten Flötzgebirge durchbrochen haben, wie wir dieß am Grünstein, Porphyr und Basalte, beobachteten.

III. Die Fundorte der Bergbaugesteine.

Aufzählung der Bergbaugesteine.

In der Gesteinkunde haben wir eine lange Reihe einfacher und zusammengesetzter Irden aufgeführt, doch nicht alle sind Gegenstand des Bergbaues, sondern nur jene, welche als die werthvollsten erscheinen. Darunter stehen die Metalle obenan und zwar:

Gold, Platin, Silber, Quecksilber, Zinn, Blei, Kupfer, Zink, Eisen als die wichtigsten; andere, wie Antimon, Wismuth, Nickel, Kobalt, Mangan (im Braunstein), Chrom und Uran (in der Pechblende) endlich Arsen (im Arsenik) sind von minderer Bedeutung und werden gewöhnlich nur als Nebenerzeugnisse gewonnen.

In zweiter Reihe kommen die Edelsteine. Auch diese brechen gewöhnlich mit Erzen, so daß sie zugleich mit diesen gewonnen werden, wie der Bergkristall, die Amethysten, der Jaspis, Karneol, Agat und andere; doch wird auf Opal und auf den böhmischen Granat (Pyrop) besonderer Bau getrieben, und der Geldwerth dieser seltenen Steine ist von solcher Bedeutung, daß man ihn auf das Dreifache jenes der gesammten Eisenerze in Oesterreich schätzen kann*) In eine dritte Reihe kann man den Schwefel, die Kohle, den Graphit, den Alaun und das Kochsalz stellen.

Wollte man diese Gegenstände nach dem Nutzen ordnen, den sie im Leben gewähren, so müßte man wohl das Salz, in kalten Ländern die Kohle und überhaupt das Eisen obenanstellen. Doch darnach richtet sich der Bergmann weniger, denn er hebt die Schätze der Erde nicht für sich, sondern zum Verkaufe für Andere. Der Markt- oder Handels-Preis also entscheidet über den Werth und Rang. Dieser Preis wird aber nicht allein nach der Brauchbarkeit, sondern auch nach der Seltenheit eines Gegenstandes bestimmt so daß ein zollgroßer Diamant höher im Preise stehen kann, als ein großes Kohlenflötz, und ein Pfund Gold so theuer verkauft wird als 15 Pfd. Silber, oder 200 Pfd. Quecksilber, oder 675 Pfd. Kupfer, oder 860 Pfd. Zinn. oder 4160 Pfd. Blei oder 5500 Pfd. Eisen.

Um dem Bergmanne eine ziffermäßige Auschauung der Bedeutung des Bergbaues in Oesterreich, seiner Ausbeute, des Preises und des Gesammtwerthes zu geben, stellen wir hier aus Hain's Statistik folgende Angaben zusammen.

---

*) Hain's Handbuch der Statistik des österreichischen Kaiserstaates. Wien 1852.

Die Ausbeute in ganz Oesterreich betrug in Conv. Mze.

im Jahre 1847.

		Mark.						fl.	kr.
an	Gold	7529	zu 365 fl.	— kr.	macht			2748085	—
„	Silber	115681	„ 23	„ 30	„	„		2718503	30
		Centner.							
„	Quecksilber	3641	„ 260	„ —	„	„		946660	—
„	Kupfer	60181	„ 47	„ —	„	„		2828507	—
„	Zinn	977	„ 49	„ —	„	„		47873	—
„	Zink	6402	„ 1	„ 40	„	„		10670	—
„	Blei	70610	„ 10	„ 40	„	„		747683	20
„	Bleiglätte	32310	„ 10	„ 20	„	„		333870	—
„	Bleierze*)	16821	„ 7	„ 30	„	„		126157	30
„	Roheisen	3124535	„ 3	„ 40	„	„		9656628	20
„	Gußeisen	498704	„ 6	„ 15	„	„		3116900	—
„	Antimon	4367	„ 8	„ 15	„	„		36277	45
„	Schwefel	25551	„ 5	„ 40	„	„		144789	—
„	Alaun	29113	„ 6	„ 30	„	„		189234	30
	im Jahre 1848.								
„	Galmei	7.347	zu — fl.	27 kr.		„		3306	9
„	Graphit	36.927	„ 1	„ 30	„	„		55390	30
„	Kohlen**)	16059916	„ —	„ 15	„	„		4014979	—
	im Jahre 1850.								
„	Steinsalz	3224756	zu 5 fl.	— kr.		„		16123780	—
„	Sudsalz	2340874	„ 5	„ 30	„	„		12874807	—
							Zusammen	56724101	34

Rechnet man noch die sehr bedeutende Ausbeute an Edelsteinen, dann die der minder wichtigen Gegenstände wie Kobalt, und Uranerze, Braunstein, Arsenik, Wismuth, Eisenvitriol, Kupfervitriol u. s. w. dazu, so kann man den Geldwerth der in einem Jahre gewonnenen Bergbaugesteine auf 70 Millionen Gulden anschlagen.

Die Zahl der in Oesterreich mit dem Bergbau beschäftigten Personen übersteigt die Summe von 50.000 Personen.

Lassen Sie uns an diese Angaben einige Bemerkungen anknüpfen.

Der schürfende Bergmann wird wohl kein gefundenes, brauchbares oder verkäufliches Mineral unbeachtet liegen lassen, allein er

*) Hier ist der Verkauf roher Bleierze nebst den zu Gute gemachten angegeben.

**) Ohne Ungarn; mit Ungarn wohl an 17 Millionen.

wird zunächst den Preis und die wahrscheinlich zu gewinnende Menge des Minerals überschlagen, ehe er den schweren Bau daran wagt. Er wird ferner den Absatz, die Mittel der Verwerthung und den Markt berücksichtigen. Hier gilt der Grundsatz, daß leicht versendbare Gegenstände, dann solche von allgemeinem Gebrauch, endlich solche, die wenig Zurichtung brauchen, die annehmbarsten sind. So Gold und Silber da sie überall ihren Markt finden; Edelsteine, wegen leichter Versendbarkeit, Kohle, weil sie schon brauchbar aus der Grube kommt.

Die Preise ändern sich und auch der Geldwerth ist hier kein sicherer Werthmesser, sondern nur die Vergleichung mit Nahrungsmitteln und Taglöhnen. In vielen Gegenden ist der Silberbau nicht mehr lohnend, wo er einst reichen Gewinn abwarf.

Die Verhältnisse haben sich geändert. Vor Jahrhunderten konnte man für eine Mark Silber so viel Getreide eintauschen, daß ein Arbeiter davon das ganze Jahr leben konnte und darnach richtete sich auch sein Lohn.

Jetzt braucht ein Arbeiter bei uns 10 Mark, in Californien wohl 100 Mark Silber, um ein Jahr zu leben.*)

Dieses Verhältniß des Silberpreises gegen den Arbeitslohn hat das Eingehen vieler Silber- und Goldbergwerke mit veranlaßt.

Ehe wir zu den Fundorten übergehen, müssen wir noch die Erze zusammenstellen, aus denen die Metalle, worauf es besonders abgesehen ist, gewonnen werden. Wir beginnen hier mit den edelsten.

Das **Gold**

wird meistens schon gediegen gefunden. Es vererzt nicht und ist nur einigen Metallen beigemischt und zwar: dem Silber — im göldischen Silber, dem Arsenik, Kupfer und Tellur.

Das **Platin** kommt bis jetzt nur in Amerika und im Ural unter ähnlichen Verhältnissen wie das Gold vor.

Das **Silber**

wird selten gediegen, sondern meist vererzt unter sehr verschiedenen Farben, Gestalten und Verbindungen angetroffen. Die Erze und Verbindungen, aus denen es sich lohnt das Silber zu scheiden,

---

*) Im Jahre 1362 kostete in Böhmen der Strich Korn 1 Groschen Meißnisch; man erhielt also für 1 Mark Silber über 70 Strich; schon im Jahre 1507 erhielt man für 1 Mark nur 12 Strich, im Jahre 1837 aber kaum 2 Strich Korn. Nach dem Preise der Lebensmittel richtet sich der Arbeitslohn.

und die als Silbererze gelten können, sind: das Hornsilber, Silberhornerz, Hornerz oder Chlorsilber. Diese Erze enthalten 67 bis 76 Theile Silber in 100 Theilen Erz.*)

Das Glaserz, Silberglanz oder Schwefelsilber besteht aus 85 bis 87 Thl. Silber. Das Uebrige ist Schwefel. Das Schwefelsilber kommt auch erdig als Silberschwärze vor.

Das Sprödglaserz oder Schwarzgültigerz, Röschgewächs enthält 60 bis 70 Thl. Silber.

Das Rothgültigerz enthält 58 bis 65 Thl. Silber, das Uebrige ist Schwefel, Antimon und Arsen.

Das Weißgültigerz enthält nur 9 bis 20 Thl. Silber, das Andere ist Schwefel, Blei und Antimon.

Antimonsilber oder Spießglassilber besteht aus 70 bis 80 Thl. Silber. Das Uebrige ist Antimon.

Amalgam ist die Verbindung von Silber mit überwiegendem Quecksilber. Man gewinnt bis 26 Theile Silber daraus.

Das Tellursilber besteht aus 62 Thl. Silber, das Uebrige ist Tellur. Das Schrifterz enthält überdies Gold, und zwar 50 Thl. Tellur, 26 Gold und 14 Silber.

Der Silberkupferglanz enthält 52 Thl. Silber, aber noch mit Schwefel und Kupfer verbunden.

Auch das Fahlerz, manchmal Kupferkies, Eisenkies, Arsenikkies, ferner Wismuth und Bromerze enthalten Silber und oft mit so reichlichem Antheil, daß es die Kosten lohnt, das Silber daraus zu scheiden. Vorzüglich ist es aber der Bleiglanz, welcher Silber enthält. Ganz reines oder silberfreies Blei (Jungfernblei) ist äußerst selten und bis jetzt nur bei Villach vorfindig. Man scheidet aber das Silber nur so weit aus den Bleierzen, als der Gewinn an Silber die Kosten deckt und läßt den kleinen Rest im Blei. Früher, wo es die Scheidekunst noch nicht zu so großer Uebung und Sparsamkeit gebracht hatte, benützte man nur reiche Erze auf Silber, jetzt behandelt man Erze, welche 4 ja selbst nur 2 Loth Silber im Zentner enthalten als Silbererze und scheidet das edle Metall daraus.

Das **Quecksilber** kommt nur in vier Formen vor:

gediegen in flüssigem Zustande;

---

*) Die weiter folgenden Zahlen-Angaben bedeuten so viele Theile Metalls unter hundert Theilen Erz.

als Amalgam mit Silber,

als Zinnober in Verbindung mit Schwefel und

als Quecksilber-Hornerz, eine Verbindung des Quecksilbers mit Chlor. Es enthält 85 bis 88 Thl. Quecksilber.

Das **Zinn**

wird aus dem Zinnstein oder Zinnerz, gewonnen, worin 78 Thl. Zinn, enthalten sind.

Im Zinnkies sind 26 bis 34 Thl. Zinn; das Andere ist Kupfer, Schwefel und Eisen.

Das **Blei**.

Die wichtigsten Bleierze sind:

Der Bleiganz mit 87 Thl. Blei und 13 Schwefel.

Das Gelbbleierz, mit 58 bis 64 Thl. Bleioxid; das Andere ist Molibdänsäure.

Das Weißbleierz und Schwarzbleierz, auch Bleiweiß und Bleischwärze, bricht gewöhnlich zugleich mit dem Bleiglanze und enthält 83 Thl. Bleioxid.

Das Grün- und Braunbleierz enthält 73 Thl. Bleioxid.

Die übrigen Bleierze als chromsaures Blei oder Rothbleierz, Bleivitriol, salzsaures Blei, Bleihornerz, Mennig oder Bleiocker, Schwerbleierz kommen nur selten vor und haben keine Wichtigkeit für den Bergbau; man nimmt sie da mit, wo sie zuweilen mit den häufig vorkommenden Bleierzen brechen.

Das **Kupfer**

erscheint auch in verschiedenen Formen: Für den Bergbau sind wichtig:

Das Rothkupfererz, Ziegelerz mit 88 Thl. Kupfer.

Der Kupferkies, das häufigste Kupfererz mit 30 bis 41 Thl. Kupfer, das Uebrige ist Eisen nnd Schwefel.

Das Buntkupfererz mit 58 bis 69 Thl. Kupfer.

Der Kupferglanz, auch Kupferglas hat nahe an 80 Thl. Kupfer.

Der Malachit, Kupferlasur und das Kupfergrün enthalten 50 bis 67 Thl. Kupferoxid.

Malachite von schöner Farbe werden wie sie sind zu Schmucksachen verarbeitet.

Die Fahlerze von verschiedener Zusammensetzung enthalten 37 bis 48 Thl. Kupfer und öfter auch Silber.

Das **Zink**
wird aus der Zinkblende oder gemeinhin Blende, die 60 Thl. Zink; aus dem Galmai, welcher 66 Thl. Zinkoxid; dann aus dem Zinkspath, der 65 Thl. Zinkoxid; endlich aus dem Rothzinkerz, welches 88 bis 92 Thl. Zinkoxid enthält, gewonnen.

Das **Eisen**
hat eine eben so große Verbreitung als verschiedene Formen. Es kommt aber bei seinen Erzen nicht allein auf den großen Gehalt, sondern auch auf die leichte Schmelzbarkeit derselben an, um die Erzeugungskosten des Eisens zu vermindern.

Die wichtigsten Eisenerze sind:

Das Magneteisen, und der Eisenspath, welche vorzüglich zur Stahlbereitung verwendet werden.

Die Rotheisenerze (Eisenoxide) wie der reiche Eisenglanz, Eisenglimmer, dann der faserige Rotheisenstein oder Glaskopf, der Rotheisenocker. Minder reich ist der Thoneisenstein und Röthel. Werthvoll ist das Brauneisenerz, wohin auch der Ocker, das Bohnerz und das Raseneisenerz gehören.

Der Magnet- und Eisenkies, das Arsenikeisen, das Eisenblau, der Grüneisenstein, das Chromeisen werden nicht zur Eisenbereitung allein, sondern auch zur Gewinnung der Mitbestandtheile oder zu Farben verwendet.

Der **Mangan**.

Von seinen Erzen hat nur der Braunstein Bedeutung für den Bergbau.

Das **Antimon** (Spießglanz)
wird vorzugsweise aus dem Grauspießglanzerz,

Das **Wismuth**
aus dem gediegenen Zustande und

der **Nickel**
aus dem Kupfernickel und Nickel-Spiesglanzerz gewonnen.

Der **Kobalt**
ist als Arsenikkobalt oder weißer Speiskobalt und als Glanzkobalt Gegenstand des Bergbaues. Die Kobaltblüthe und der Kobaltvitriol sind von geringer Bedeutung.

Das **Arsen**
ist im Arsenikkies, im Arsenikkobalt als Rauschgelb (Auripigment) und Realgar wichtig für den Bergbau.

Von den andern Metallen ist nur noch

das **Uran**

im Uranpecherz in letzterer Zeit wichtig geworden, als geschätzter Farbestoff.

Wir kommen nun zu den wichtigsten Aufgaben des Bergmannes, zum

Aufsuchen und Auffinden der Bergbaugesteine.

Früher hatte bloß der Zufall dieses Geschäft geleitet. Die wichtigsten Bergwerke wurden ganz absichtlos entdeckt und man erzählt artige Geschichtchen, wie hier ein Mönch mit der Kutte an einer Silberstenge hängen blieb, dort ein Pferd die Erzader mit dem scharrenden Huf erschürfte, und wieder an einem andern Ort beim Brunnengraben eine Salzquelle, ein Kohlenflötz, ein Eisenerzlager entdeckt wurde.

Manchmal sehen wir freilich auch die Arbeit eines halben Menschenlebens, und wie den Weitmooser, den letzten Schleier seiner Gattin daran wagen, um das Anzeichen eines Erzganges tief in das Gebirge hinein zu verfolgen; manchmal endlich mit glücklichem Erfolge, wie eben dieser Weitmooser, zehnmal aber mit dem traurigen Ausgange der Verarmung, wenn die feindlichen Elemente dem kühnen Eindringling in die geheimnißvolle Tiefe der Erde nicht gar die Gesundheit und das Leben raubten. Man tadelt vielleicht die heftige Begierde nach Schätzen, diese Sucht nach reichem Gewinn? Da sey man doch vorsichtig im Beurtheilen einer Leidenschaft, welche unaustilgbar den Bergmann zwischen Todesgefahren in die Grube zieht! Was wäret Ihr ohne die Schätze, die er von seinem Schweiße befeuchtet, mit seinem Händeblut gefärbt, zurückbringt von seiner gefährlichen Fahrt? ein Fischervolk, Hirten — Arme, Wilde! Die Ausbeute des Bergmannes machte Euch zu Herrn der Erde. Der Bergmann behält weder sein Gold, noch Silber sonst wäre er der Reichste; er behält keines der andern Metalle für sich, er giebt alles willig hin für Brod; der echte Bergmann ist ohne Ausnahme fromm, gottvertrauend, er hat einen festen Glauben an seine Sendung: Der erste Wohlthäter der Menschen zu seyn. Dieser Glaube kann aber in Vermessenheit ausarten, wie wir es an den Abirrungen der Erzsucher sehen. Sie schlossen

das offene Auge und vertrauten sich blindlings Zaubermitteln an. Das Neigen der „Wünschelruthe" sollte die Gänge anzeigen; das zufällige Getöse im Innern des Baues sollte von „Berggeistern" herrühren, welche das Anbrechen reicher Erze verkündigen. Der feindliche Kobold sollte ein „Opfer" verlangen ein Menschenleben, ehe er dem Bergmann den geizig gehüteten Schatz überließ.

Das waren arge Verirrungen! Wir haben die klaren Augen nicht erhalten, um sie zu schließen; wir sollten sie öffnen, alles durchforschen und prüfen und jedes Anzeichen, jeden Weg zu jenen Schätzen aufmerksam verfolgen.

Zudem ist die Leuchte der Wissenschaft aufgegangen; sie hat uns viele Räthsel der Erde gelöst und das Verständniß der Gebirge eröffnet.

Die Kobolde sind ihrer gespenstigen Verhüllung entkleidet; es sind Naturkräfte, die dem Unverständigen Hindernisse schaffen, ihn necken und entmuthigen; die aber den Verständigen dienstbar werden und seine Absichten befördern; der böse Berggeist hat sich in den freundlichen liebevollen Geist des Weltalls verklärt, welcher in guter Absicht die Schätze hinter geheimnißvolle Riegel legte; er wollte den Verstand und den Fleiß der Menschen wecken und nähren, — sie großziehen.

Für den geübten, thätigen Verstand, den unermüdlichen Fleiß ist kein Hinderniß zu groß, ihm stehen auch die Thore der Erdentiefe offen! Mit diesem Vertrauen, mit diesem gehobenen Muthe wollen wir uns an die Auffindung der Erdschätze wagen. Wir beginnen bei dem Leichtesten.

1. Aufgeschwemmtes Land oder die Seifengebirge.

Zunächst liegt das niedere angeschwemmte Gebirge, aus Thon, Sand, Grus und Gerölle bestehend vor den Augen. Es ist nicht leer an Metallen, Erzen und Edelsteinen; denn bei der Verwitterung und Auflösung mußten solche Irden, welche eben der Verwitterung, der Auflösung und Zersetzung widerstehen, unversehrt darin bleiben.

Wir finden in solchem aufgeschwemmten Lande Gold, Platin, Zinngraupen, Edelsteine und Trümmererze.

Die Gewinnungsart ist das Auswaschen, wobei die Me-

talle durch ihre Schwere und die Edelsteine zugleich durch ihren Glanz sich leicht ausscheiden lassen. Der aufmerksame Bergmann wird daher den Sand der Flüsse und die Anschwemmungen in der Nähe erzführender oder Edelsteine enthaltender Gebirge wohl beachten. In Oesterreich ist der Sand der Donau, der Elbe, Beraun, Maros, Szamos, Aranyos, Theiß, Körös, Mur, Drau, Temes und Wera Gold führend.

Außerdem sind in Siebenbürgen bei Olah-Pian, im Magura-Gebirge und im Balvanyeder Thal goldhältige Sandlager. In Böhmen wird das Zinn gleichfalls in Seifen gefunden, und hier meist mit Eisenerzen untermengt.

Von Edelsteinen, welche aus dem aufgeschwemmten Lande ausgebeutet werden, sind es vorzugsweise die Granaten, der böhmische Pyrop, welche in dem Flötzgebirge am südlichen Abhange des böhmischen Mittelgebirges in einer sandigen mit Basaltgerölle gemengten Erdschichte unmittelbar unter der Dammerde gefunden und durch Auswaschen und Wegschlemmen der erdigen Theile gewonnen werden.

Im aufgeschwemmten Gebirge ist auch das Gerölle von Erzen, namentlich der Geschiebeisenstein, das Raseneisenerz, das Bohnerz und die Eisennieren zu beachten; nicht allein weil oft beträchtlicher, wohlfeiler Bau darauf getrieben werden kann, sodern auch deßhalb, weil diese Erzbildungen und Trümmergesteine häufig der Leitfaden zu reichen Erzfundstätten werden. Die Seifengebirge haben im Ural zu den Goldgängen geführt, in Kalifornien, in Australien werden sie noch zu großen Schätzen führen. Die Geschiebeisenerze liegen selten weit von reichen Erzlagerstätten, die Findlinge von einzelnen Spatheisen-Stufen dienen in Steiermark häufig zum Auffinden der Erzlager, und Schwefelkieskörnchen Bleiglanzflimmerchen und andere einzelne Ganggesteintheile, welche in der Dammerde, in dem Bachsande, in Flußgerölle angetroffen werden, können zu Leitsternen auf den nachforschenden Wanderungen des schurflustigen Bergmannes werden.

Wir werden bei der Lehre vom Schürfen genauer darauf eingehen.

Das Flötzgebirge enthält reiche Lagerstätten von Bergwerksgegenständen; darunter gehören vorzugsweise die Erdkohle und das Salz, ferner der Alaun, Thoneisenerze, Roth- und Brauneisenlager, Kupfer, Quecksilber.

Wir wollen das Flötzgebirge in seine bekannten Gruppen scheiden, um die Fundorte näher zu bezeichnen.

Die Molasse oder das Braunkohlengebirge.

Thäler und auch ausgedehntere Ebenen sind häufig mit wechselnden fast ebenen Schichten von Thon, grobem Sande, Gerölle, lockerm Sandsteine und verhärtetem Letten angefüllt. Hie und da kommt auch ein Kalkstein von grobem Korn, sogenanter Grobkalk schichtenweise vor und von Eisen roth, gelb und braungefärbter Thon (Thoneisenstein). Zu unterst liegt gewöhnlich ein fester Sandstein, der stellenweise durch vielen Quarz sehr hart geworden der Verwitterung widersteht und wovon einzelne Blöcke oft auch schon an der Oberfläche und in der Dammerde liegen. Diese Gesteine bilden die Molassegruppe, welche für den Bergmann als Fundort der Braunkohle wichtig ist.

Nähere Anzeigen der wirklich vorhandenen Kohle sind schwarze Lettenschichten, die oft zu Tage ausgehen und eigentliche „Ausbisse," in welchen die Kohle oft harzlos, stark thonhaltig, mürb und unbrauchbar erscheint, aber in der Fortsetzung zu fester, guter Braunkohle wird.

Der Schurfbau bietet wenig Schwierigkeiten. Mit Schächten und mit dem Bohrer kann man die Schichten des Gebirges gewöhnlich ganz durchforschen, indem das Molassegebirge keine große Mächtigkeit hat, gemeinlich nur 10 bis 60 Klafter. Auch liegt die Braunkohle meistens seicht. Nur große Massen von Wasser, welches das lockere Gebirge leicht durchdringt und die Kohlenflötze überdeckt, bereiten oft dem Baue auf Braunkohlen ungemeine Hindernisse. Man darf annehmen, daß die Braunkohlenflötze durch abgelagerte Pflanzenmassen der Vorzeit entstanden sind, welche in Thon eingeschlossen, langsam verkohlten, und unter dem Drucke der durch neue Fluthen herbeigeschwemmten Thon-, Sand- und Geröllschichten fester geworden sind. Man darf auch annehmen, daß die Pflanzen, welche die Braunkohle bildeten, nicht sehr ferne von

der jetzigen Lagerung gewachsen sind und die nächsten Gebirgszüge bedeckten. So scheint unser Erzgebirge die Pflanzen getragen zu haben, welche die ungeheuren bis 10 Klafter mächtigen Braunkohlenlager im Bilathale und Egerthale aufschichteten. Man wird gewöhnlich in der Nähe der Braunkohlenflötze Gebirgsrücken finden, von denen man sich den Stoff zu den Kohlenmassen herabgeschwemmt denken kann. Hält man an dieser Ansicht fest, so wird man nicht in jedem Molassegebirge Braunkohlen suchen, sondern nur auf jenen Niederungen und in jenen Thälern und Becken, die von Gebirgen umsäumt sind, welche in der Vorwelt die Pflanzen zu dieser Verkohlung tragen konnten.

Eine Ausnahme machen Molassegebirge, welche von Basaltkuppen durchbrochen sind. Hier scheinen einzelne Flötze mit emporgehoben zu seyn. Die sonst ebene Lagerung der Braunkohlenflötze verflächt hier schief, die Kohle ist dichter, härter und kommt auch in höhern Gegenden vor. Solche kleine Braunkohlenflötze sind in der Nähe von Leitmeritz, ja selbst auf der Höhe des Erzgebirges zu finden.

Der Thoneisenstein, welcher im Braunkohlengebirge vorkommt, ist selten so reich und in Menge vorhanden, daß er die Gewinnung lohnt.

Erdige Braunkohle, welche Thonerde und Schwefeleisen eingemengt enthält wird zur Bereitung des Alauns benützt. Häufig bildet er die Ausbisse der Braunkohle, wo sie mit Thonerde und schwefelsaurem Kali verbunden ist. Die Fundorte des Alauns fallen daher mit denen der Braunkohlen zusammen.

Die Kreidegruppe mit dem Grünsande und dem Quadersteine, dann

die Juragruppe mit ihrem besondern Kalksteine, Dolomit, Mergel, Thon und Sandstein sind für den Bergbau nicht von großer Hoffnung.

Die Gruppe der Trias enthält im Keuper reiche Steinsalzlager.

Die Zechsteingruppe führt in den obern Gliedern Gips und nicht selten Steinsalz, in dem dunkeln erdharzigen Mergelschiefer Kupfer, daher dieser Schiefer auch Kupferschiefer heißt. Hier ist das Vorkommen des Quecksilbers in Idria zu erwähnen. Der Zinnobergang setzt in einem schiefrigen erdhar-

zigen Mergel auf, der ein Lager im Kalkstein zu bilden scheint, und der auch oft in bedeutender Entfernung von dem Gange noch zinnoberhaltig ist. Wenn wir die Natur des Quecksilbers im Auge behalten, wenn wir bedenken, daß dieses flüssige Metall leicht alles durchdringt, schon bei geringer Hitze verdampft und als Dampf sich leicht mit dem Schwefel zu Zinnober verbindet, so dürfen wir das Quecksilber in den obern, neuern, erst später abgekühlten Gebirgsarten aufsuchen.

Nach diesen an Bergbaugegenständen ärmern Gebirgsgruppen treffen wir wieder eine reiche, das ist

die Schwarzkohlengruppe. Im Allgemeinen lassen sich über sie folgende Bemerkungen machen:

Die Gebirgsgruppe beginnt unten mit einem groben aus Bruchstücken älterer Gesteine bestehenden Conglomerat, das niemals Basalt, Kalkstein oder Feuerstein enthält und wegen seiner eigenthümlichen Färbung den Namen Rothliegendes erhalten hat. Dasselbe erreicht oft eine Mächtigkeit bis 3000 Fuß und erscheint theils am Rande hoher Gebirge, theils selbst mächtige Gebirgsmassen zusammensetzend wie am Thüringerwald und Harz.

Dem Rothliegenden folgt die eigentliche Steinkohlenbildung. Sie besteht aus Lagern von Steinkohlen, die einige Zoll bis 3 Klafter, selten über 6 Klaftern mächtig sind und vielfach mit einem eigenthümlichen grauen Sandsteine oder dunklern Schieferthon wechseln, so daß 8 bis 12 und mehr Kohlenflötze unter einander liegen, von welchen jedoch nur die wenigen stärkern bauwürdig sind.

Auch das Auftreten der Schwarzkohlenbildung an der Erdoberfläche wie das Vorkommen der Braunkohle scheint von dem Vorhandenseyn der höhern Gebirge abhängig, an deren Rändern sie vorzugsweise erscheinen. In den eigentlichen großen Niederungen wird die Erdkohle in der Regel vermißt. Möglich, daß sie dort in zu großer Tiefe liegt, um sie selbst durch Bohrung zu erreichen, wahrscheinlich aber fehlte dort der Boden für die Pflanzen, deren verkohlte Überreste die Erdkohle bilden. Die innerhalb dieser Schichte aufgefundenen Pflanzenreste mit noch erkennbarer ursprünglicher Gestaltung lassen darauf schließen, daß in der Zeit ihrer Bildung eine ungemein kräftige und dichte Pflanzenwelt vorhanden war, unter günstigen Verhältnissen, wie wir sie oben auseinandersetzten. Nicht überall mag aber jene Pflanzenbedeckung auf den aus dem Wasser ragenden

Gebirgszügen stark und dicht genug gewesen seyn, um bei ihrem Untergange zur Entstehung von Kohlenlagern Veranlassung zu geben; an andern Stellen kann statt der Verkohlung auch Vermoderung und Auflösung der Pflanzen, vielleicht selbst Verbrennung Statt gefunden haben. Daher sind nur einzelne Gegenden der Flötzgebirge mit diesen kostbaren Schätzen gesegnet.

In den meisten Fällen hat man beobachtet, daß die Schwarzkohlenlager muldenartig von höherem Gebirge halb umschlossen werden, ähnlich wie dies bei der beckenartigen Einlagerung der Molasse und ihren Braunkohlen der Fall ist; wodurch es den Anschein gewinnt, als ob innerhalb der großen Gebirgsbusen jene Pflanzen besonders reich entwickelt gewesen, und daher aus ihnen nur dort beträchtliche Kohlenablagerungen entstanden seyn könnten.

Wollen wir hieraus Anhaltspunkte zum Auffinden von Schwarzkohlen aufstellen, so müssen wir die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens von Schwarzkohlen dem Urgebirge, also den Schiefergebirgen und Massengebirgen durchaus absprechen. Nur Graphit und Anthrazit kann dort vermuthet werden, weil dieses ursprüngliche Kohlenbildungen zu seyn scheinen.

In den Flötzgebirgen von sehr mächtigen Schichten ist das Auffinden von Schwarzkohle in bauwürdiger Teufe gleichfalls unwahrscheinlich.

Die Steinkohlen sind also vorzugsweise dort aufzusuchen, wo das Flötzgebirze an das Urgebirge sich anlehnt, von diesem gehoben und aufgerichtet erscheint, so daß die untern Schichten der Oberfläche der Erde näher kommen, oder gar zu Tage gehen.

Das Aufsuchen der Schwarzkohlen ist vorzüglich da zu ermuntern, wo das Rothliegende und die Grauwacke sich zeigen, weil diese die Bildungen sind, welche die Kohle begränzen. Das Rothliegende bildet die Decke, die Grauwacke die Sohle der Schwarzkohlenbildung. Kommt hiezu noch eine muldenförmige Bildung des anstehenden Massengebirges (Granit, Grünstein, Porphyr, Basalt) und läßt sich aus der Stellung desselben vermuthen, daß sie entweder die Standorte vorweltlicher Pflanzenbildung waren, oder durch ihre Emporhebung die Abschwemmung von Pflanzen von den frühern Höhen bewirkten, dann vereinigen sich alle Bedingungen, welche dem Vorkommen der Schwarzkohle zu Grunde liegen. Die Schwarzkohle ist weniger eben gelagert wie die Braun-

kohle, besonders in den Alpen verflächt sie zu 50 ja zu 80 Graden, was auf die einseitige Emporhebung hindeutet. Je ebener sie sich aber ablagerte, desto massiger und mächtiger tritt sie gewöhnlich auf.

In den Steinkohlen kommt öfters Thoneisenstein vor, besonders in England, wo er die Schichten zwischen Kohlenschieferflötzen einnimmt, so daß oft aus Einem Schacht das Erz und zugleich der Brennstoff zum Schmelzen desselben gefördert wird.

Im Grauwackenschiefer als dem Uebergang zwischen Flötzgebirge und Schiefer- oder Ganggebirge findet man besonders in England Anthrazit, die festeste, steinartige Erdkohle. Sie scheint sich entweder aus Erdharz oder auch schon aus Pflanzenresten aber unter gleichzeitiger Einwirkung von Feuermassen gebildet zu haben, etwa in der Art, wie man Holz verkohlen kann, wenn man es in die glühend-flüssige Masse des Eisens untertaucht. Zum Verbrennen fehlt dann der Zutritt der Luft, welche in den schmelzenden, glühenden Gesteinmassen fehlte, und so tritt Verkohlung ein. Der ungeheure Druck aber, dem solche Kohlenbildung allseitig ausgesetzt seyn mochte; konnte den Athrazit so verhärtet haben. Das Grauwackengebirge ist aber auch reich an Erzgängen, wie wir gleich sehen werden.

III. Das Ganggebirge.

Die Massengebirge, als Granit, Grünstein, Porphyr und Basalt, dann die Schiefergebirge, als Urthonschiefer, Glimmerschiefer und Gneis werden als Ganggebirge bezeichnet, weil in ihnen vorzugsweise Erzgänge und Erzlagerstätten angetroffen werden.

Hier wird nicht allein der Versuch auf bauwürdige Erze schwieriger, denn der Bohrer ist in dem harten Gestein nicht anzuwenden und die Untersuchungen sind auch nicht mit einigen Klaftern beendet; sondern der Leitfaden zu den Schätzen der Urgebirge ist auch weit seltener aufzufinden oder verfolgbar; denn dasselbe Gebirge kann an einer Stelle oft sehr reich an Erzen und unweit davon wieder ganz leer seyn. Doch lassen sich einige Vermuthungen schon im Allgemeinen aus der Erfahrung guter Beobachter ableiten.

Der Urthonschiefer, der Gneis und der Glimmerschiefer versprechen am meisten.

Die Gänge am Andreaswerk im Harz setzen im Thonschiefer auf und führen Rothgültigerz, Antimonsilber, gediegen Silber, Bleiglanz, Kupferkies, Fahlerz, Speiskobalt, gediegen Arsenik.

Die Gänge im Klausthaler und Zellerfelder Werke im Harz setzen in Grauwacken- und Thonschiefergebirge auf und führen meist silberhaltigen Bleiganz und Kupfererze.

Im Communion-Unterharz sind die Erzlager auf der Gränze des Thon- und Grauwackenschiefers eingeschoben in einer Mächtigkeit von 35 bis 40 Klaftern und führen Schwefelkies, Kupferkies, Bleiglanz, Blende und Arsenikkies.

Die Gänge bei Harzgerode setzen im Grauwackengebirge auf und führen Blei, Silber und Antimon. In den Umgebungen des Grauwackenkalkes liegen hier noch reiche Lager von Roth- und Brauneisensteinerzen.

Im sächsischen Erzgebirge setzen die Gänge meist im Gneise im joachimsthaler Erzgebirge in Thonschiefer auf und öfter begleiten Basaltgänge die Erzgänge. Sie führen die verschiedenartigen Silbererze, Blei, Kupfer, Kobalt, Wismuth, Arsenik, Antimon, Uranpechharz, Mangan, Nickel, Eisen und viele Edelsteine.

Eine besondere Erwähnung verdient das Zinn, welches in einer geraden Gesteinmasse aus Granitporphyr und Grünstein bestehend, in Gängen vorkommt, und das Eisen, welches häufig auf der Gränze des Schiefergebirges mit dem Granit in Gängen, sonst aber in Stockwerken bricht.

Im jauerschen Revier in Schlesien setzen die Gänge in Glimmerschiefer auf und führen Kupfer- und Kobalterze.

In Tyrol bei Zell, kommt das Gold gediegen im Thonglimmerschiefer vor. Die silberführenden Gänge setzen im Thonschiefer und im Kalkstein auf.

Der Bleiberg in Kärnthen besteht aus Alpenkalk und ist von Bleierzgängen durchzogen. Das Bleierz kommt nur nesterweise und immer an den Stellen vor, wo sich zwei Gänge scheeren.

Die reichen Spath- und Brauneisensteine in Steiermark kommen gang- und lagerartig in dem Kalkstein vor, dessen unmittelbares Liegendes das Schiefergebirge ist. Im Erzberge vergrößert sich die Masse dieser Eisenerzablagerung ins Ungemeine und bildet fast den ganzen Berg.

Im rheinisch-westphälischen Gebirge durchsetzen die Gänge die Grauwacke und führen Silber, Kupfer, Blei, Braun- und Spatheisensteine.

Faßt man die einzelnen Erfahrungen in Regeln zusammen so kann man sagen:

Das Uebergangsgebirge der Grauwacke, dann die Urgebirge und unter diesen wieder der Thonschiefer, der Gneis und Glimmerschiefer und der Granit sind die erzführenden Gebirge.

Der Glimmerschiefer führt besonders in der Nähe von Durchsetzungsstellen des Granites und Porphyrs Erzgänge.

Der Gneis ist vorzugsweise in der Nähe von Porphyrdurchbrüchen reich an Erzgängen.

Das Gold und das Zinnerz bricht gewöhnlich im Granit.

Der Graphit findet sich in Hornblendeschiefer.

Nach dem äußern Ansehen sind sanfte Gebirge hoffnungsvoller, „höflicher" als Gebirge, welche in steilen Abstürzen Schrunden und Klüften wechseln. Die sanftern Gebirge bestehen aus Schiefergesteinen, und die steilen schründigen sind die erzärmern Massengebirge.

Das Schürfen.

Die angeführten allgemeinen Eigenschaften von Fundorten der Bergbaugesteine dienen aber vorerst nur zur Vermuthung über das Vorhandenseyn gewisser Gesteine; um nun die Bergbaugesteine darin wirklich aufsuchen und finden zu können, werden noch nähere Anzeichen erfordert.

Der Schürflustige wird zuerst mit dem Hammer in der Hand die Gegend durchstreifen, um Entblößungen des anstehenden Gesteines „offenes" Gebirge, zu entdecken. Er wird daher die Bachufer, die Erddurchschnitte verfolgen, um die Gebirgsart zu erkunden, er wird Gräben, Straßendurchschnitte, Steinbrüche, Sandgruben und Brunnen beachten. Der Sand der Bäche und Flüsse, das Gerölle am Fuße oder Abhange des Gebirges verdient hiebei die größte Aufmerksamkeit.

Nehmen wir zunächst Rücksicht auf die Braunkohlen.

Hier dringt das Flötz oft bis an die Oberfläche. Um solche „Ausbisse" zu erforschen, ist die Färbung der Erde zunächst zu beachten. Die schwarzen Stellen können von Basalt, die dunkel-

braunen von Eisenoxid herrühren, zumeist aber verkünden schwarze Bodenstellen, schwarze Streifen in Racheln und an Abhängen und schwarzer Thon wirkliche Kohlenflötze an. Diese Ausbisse sind zuerst zu untersuchen. Wenn es nur eine oberflächige Färbung ist, so überzeugt davon schon das Nachgraben in der Tiefe weniger Klaftern an der Verminderung der Färbung, Nimmt die Schwärze beim Nachgraben zu, so ist die Färbung weiter zu verfolgen.

Auch Sauerbrunnen verdienen alle Beachtung. Die Kohlensäure in diesem Quellwasser kann von kohlensaurem Kalk, sie kann aber auch ebensowohl von Kohlenlagern herrühren.

Salzlager verrathen sich durch Salzquellen. Brunnen mit Eisenocker deuten auf Eisenlager, besonders auf Schwefelkiese hin. Auch aus kieshaltiger Kohle fließt Ockerwasser.

Die Schwarzkohle liegt gewöhnlich tiefer und hat selten nähere Anzeichen auf der Oberfläche. Hier ist das Gebirge nach den oben angeführten Andeutungen zu untersuchen und dann bei der ebenen Lagerung der Gegend mit Bohrungen oder bei steilern Gebirgsverhältnissen mit Stollen genauer zu erforschen.

Um Erzlager und Gänge zu finden, ist jede Spur genau zu verfolgen.

Der Fund einer kleinen Erzstufe, ein Körnchen Schwefelkies, Bleiglanz, Blende, ferner Kristallisationen von Quarz, Amethysten, Achaten, Jaspis, Karneol, Schwerspath, Braunspath und andere Gangtheile sollen für den Bergmann schon Anknüpfungspunkte zu gründlichen Forschungen seyn.

Abgerissene Steine, Sand, Gerölle mit solchen Spuren sind bis zu ihrem Ursprunge zu verfolgen.

In welcher Richtung aber?

Wenn nicht Menschen oder Thiere, sondern einfache Naturkraft die Steine weitertrug, so geschah es entweder durch Wasserfluthen oder durch die Schwerkraft im Herabrollen. Wir können daher in den meisten Fällen aus den Verhältnissen der Umgebung schließen, in welcher Richtung der Sand oder das Geschiebe vom Wasser hergefluthet worden ist, oder durch die Schwerkraft herabrollte. In dieser Richtung sind mehr Anzeichen, gleiche Steine, ähnliche Erdfärbung aufzusuchen.

Es gehört hiezu einige Uebung, doch ist sie bald erworben.

Dabei ist aber nicht zu vergessen, daß der Weg, welchen Rollsteine genommen haben, auch inzwischen unterbrochen werden konnte.

Der Rollstein kann stundenweit hergeschoben worden seyn, und wenn vielleicht ein Basalthügel dazwischen emporgestiegen ist, so darf man ihn nicht von diesem abgerollt annehmen. Durch solche mittlerweile entstandene Emporhebungen kann der aufzusuchende Weg sehr verwirrt werden, und deshalb bedarf es einer näheren Vergleichung der Rollsteine mit den Gebirgsarten der ganzen Gegend.

Zweckmäßig ist es von mehren Findlingen aus den Ursprung ihres Anstandes aufzusuchen. Führen die ermittelten Richtungen an dieselbe Stelle, so vermehrt sich die Wahrscheinlichkeit, daß diese Stelle der wahre Fundort seyn werde.

Wir müssen nun zu den eigentlichen Arbeiten, zum Bergbau übergehen, welcher schon bei der Schürfung beginnt. Zur Schürfung gehört die Rösche, die Bohrung, der Versuchstollen und der Versuchschacht.

Die Rösche besteht in einem tiefen Graben, den man in der Oberfläche der Erde zieht, um auf eine längere Erstreckung die nächsten Unterlagen des Bodens zu entblößen.

Wenn die Färbung der Oberfläche, oder einzelne Rollsteine einen Ausbiß verrathen, aber noch in unbestimmter Begränzung, so zieht man eine solche Rösche quer durch, um zu sehen, wo sich die Anzeichen vermehren, um dann hier an der bestimmten Stelle mit Stollen oder Schacht oder Bohrung tiefer einzudringen. Bei Gangausbissen muß man oft durch solche Röschen deren Breite ermitteln.

Im flachen, weichen Flötzgebirge kann man die Schichtungen nur durch Schachtabsinken oder durch Bohrung ermitteln, indem man dabei von oben nach unten Lage um Lage durchdringt.

Es frägt sich zunächst, ob der Schacht oder das Bohrloch den Vorzug verdient.

Die Bohrung ist wohlfeiler; man kann damit tiefer eindringen, und hat das Wasser nicht zum Hinderniß, diese Vorzüge haben der Bohrung in der letzten Zeit eine sehr ausgedehnte Anwendung verschafft.

Doch darf man dabei nicht vergessen, daß die Untersuchungen der Tiefe mittelst des Schachtes viel genauer ist. Man hat es zwar dahin gebracht mittelst der Bohrung auch die einzelnen Schichten zu unterscheiden und im Bohrmehle die Erdarten, auch selbst das Streichen und Fallen des Flötzes zu bestimmen. Allein es bleibt doch immer schwerer, die Erdart aus dem Bohrmehle zu beurtheilen, als im offenen Schacht. Bleiben hier Zweifel über die Art des Gesteines, über Streichen und Fallen, über die Ausdehnung, so kann man es vom Schachte aus mit einer Querstrecke verfolgen. Vom Bohrloche aus läßt sich keine weitere Ueberzeugung gewinnen.

Es ist möglich, daß man ein Flötz mit dem Bohrer eben nur beim Auskeilen durchschlägt. Man hält es für schwach und achtet es nicht. Beim Abteufen im Schacht läßt sich sein Verhalten schon bei der breiten Schachtfläche, womit es angegriffen wird und durch die Querstrecke gründlich und leicht erforschen. Der Bohrer kann statt eines Flötzes auch nur einen Butzen treffen, wie will man es unterscheiden? Nur durch mehrere Bohrlöcher in der Nähe Dann aber wird die Bohrung vielleicht so theuer wie ein Schurfschacht. Nur bei vielem Wasser im Flötzgebirge ist die Bohrung von entschiedenem Vortheil und oft allein anzuwenden. Im harten Gesteine ist das Bohren sehr mühsam und fast eben so kostspielig wie ein enger Schurfschacht. Auch läßt es sich auf Gänge und Erzlager nur selten mit Erfolg anwenden.

Erzgänge und Erzlager sind selten so flach — das heißt, sich der ebenen Lage so nähernd, — daß eine senkrechte Bohrung angeht uud da die Erze selten in breiter Ausdehnung, sondern meist in ungleicher Menge vertheilt sind, so läßt sich durch den Bohrer wenig Genaues ausmitteln.

Die Erzlager und Gänge werden daher gewöhnlich mit Versuchschächten und Stollen untersucht und aufgeschlossen.

Der Stollen als wagrechte Durchdringung eines Gebirges wird bei stehenden Gängen angewendet. Man erfaßt den einzelnen Gang entweder bei seinem Ausbisse und verfolgt ihn nun durch den wagrechten Stollen nach seinem Streichen in das Gebirge hinein, um zu sehen, wie er sich veredle; oder wenn mehrere Gänge verbunden sind, sucht man sie durch einen Stollen tiefer im Gebirge zu queren, um ihre Richtung und ihren Gehalt zu erforschen.

Flache Gänge und Erzlager werden auch mit Schachten entblößt, wenn das Gebirge trocken ist. Man ermittelt wo möglich erst das Streichen des Ganges oder Lagers und sucht dann in der Tiefe des Gebirges seinen Inhalt auf, oder verfolgt sie nach ihrem Fallen.

Es genügt aber noch nicht, einen Gang, ein Lager, ein Flötz angefahren zu haben. Es handelt sich um den zweckmäßigen Angriff und Anbau der gefundenen Schätze. Daher müssen die Ablagerungen der Bergbaugesteine auch noch nach ihrer Erstreckung nach ihrem reichsten Adel, und ihren sonstigen Verhältnissen erforscht werden.

Darin besteht die Ausrichtarbeit, welche durch weitere Stollen, Schachte und Bohrungen fortgesetzt wird.

Die Gänge gesellschaften sich häufig und bilden bald größere bald kleinere Gangreviere. Die Erzlager haben öfter mehrere in ihrer Nähe, und die Kohlenflötze liegen oft zu zehn und mehreren untereinander. Je genauer alle diese Verhältnisse ergründet sind, desto zwekmäßiger kann der Plan zum Anbau eingerichtet werden.

IV. Der Bergbau und Bergwerksbetrieb.

Die Lehre vom Bergbaue umfaßt das Bohren, den Stollenbau, den Schachtbau, den Grubenbau, endlich die Zubaue, um frische Luft zu den Arbeitsorten zu bringen, das Wasser abzuleiten und um die gewonnenen Gesteine zu Tage zu schaffen. Wir müssen dabei immer auf die wesentlichen Unterschiede des Bergbaues im Flötzgebirge und im Ganggebirge Rücksicht nehmen.

Das Bohren.

Der Bohrer wurde im Bergbaue zuerst verwendet, um der Wasserlösung willen Wände durchzulochen. Als das Pulver zum Sprengen der harten Gesteine gebraucht wurde, diente der Bohrer dazu, ein Loch in das feste Gestein zu meiseln, um dort die Pulverkammer anzulegen, jeden Ausgang zu verkeilen und die Gewalt des entzündten Pulvers gegen die Gesteine zu wenden. Endlich kam man darauf, den Bohrer zu verlängern und damit die Gesteinschichten zu durchschlagen, um ihre Beschaffenheit zu erforschen und auch um Wasserquellen anzutreffen, und zu öffnen.

Bei den Niederteufen der künstlichen Brunnen (nach dem Orte der ersten Anwendung, Artois in Frankreich, artesische Brunnen genannt) brachte man die Bohrung zu einer großen Verbesserung und es gelang dadurch, die Erdrinde tiefer aufzuschließen und zu erforschen, als es bis jetzt durch Schächte gelungen ist.

Für hartes und weiches Gestein, für Thon Sand und andere Gebirgsarten hat man das untere Ende des Bohrers verschieden gestaltet. Wir wollen zuerst die wichtigsten Arten des Bohrers ins Auge fassen.

Im harten Gesteine dringt der Bohrer nur dadurch ein, daß er einzelne Splitter abbricht, oder das Gestein mehlartig abbröckelt. Man muß zu diesem Zwecke dem Bohrer die Gestalt eines Meisels geben und ihn an dieser Stelle aus hartem Stahl fertigen. Die Scheide kann nicht sehr scharf sein, weil sie sonst zu leicht abbricht, sie wird daher nur, etwa unter einem rechten Winkel, zugeschärft und damit der andere Theil des Bohrers im Loche sich leicht bewegen lasse, ist dieser Theil etwas stärker gehalten.

Um dem Bohrer an der Spitze mehr Angriffspunkte zu geben, feilte man sie so zu, daß eine Meiselschneide die andere kreuzt und er also mit zwei Schneiden oder vier Spitzen das Gestein ergreift. Das nennt man den Kronenbohrer, welcher sich aber nur im Großen als vortheilhaft bewährte; nicht auf festem Gestein, bei Durchmessern von 1 bis 1½ Zoll, wie man die Löcher zum Gesteinsprengen bohrt. Im weichem Gesteine, wo die Erdart nicht erst zu zermalmen ist, im Sand, im Grus, Gerölle, Letten, Kalktuff u. d. gl. gibt man der Spitze des Bohrers eine andere Gestalt, welche der eines Holzbohrers nachgebildet ist, nur mit stumpferem Ende und weniger steilen Windungen. Auch wird hier der Bohrer nicht stoßweise, sondern in drehender Richtung niedergetrieben. Wir wollen nun den Bohrer in seinen Bestandtheilen näher betrachten, und zwar die Bohrspitze, die Bohrstange und das Bohrerheft oder die Handhabe.

Die Bohrspitze.

Das Gestein, und selbst der Sand und Letten sind oft so fest gelagert, daß man in einiger Tiefe nicht mehr mit einem Keil oder einer Spitze das Gestein auseinander schiebend, eindringen kann. Um eine Oeffnung darein zu machen, sey sie auch nur zollweit, muß man zuvor das harte Gestein zertrümmern, das weiche Gestein

stückweise abschneiden, abbröckeln und überhaupt ablösen, und dann theilweise herausschaffen. Dazu dient vorerst der Meiselbohrer.

Seine Spitze ist schneidend zugerichtet, wie ein stumpfer Meisel. Gewöhnlich bildet die Schneide keinen spitzigen, sondern einen rechten Winkel, weil eine dünnere Schneide zu leicht abbricht, wenn die Gewalt des Schlages darauf wirkt.

Mit dem Schlage des Hammers oder wenn der Bohrer selbst schon sehr schwer ist, mit dem Stoß des Bohrers schlägt die Schneide eine Furche in das Gestein. Wendet man hierauf den Bohrer um eine halbe oder eine geringere Drehung und schlägt wieder eine Furche heraus, so kerbt der Bohrer nach und nach ein Loch heraus, das wegen der beständigen Drehung um die Längenachse des Bohrers rund wird. Je härter das Gestein ist, desto kleinere Theile lösen sich ab, und desto feiner wird das Bohrmehl.

Wir können nun schon die Eigenschaften des Bohrers und die Behandlungsart zu diesem Zwecke ableiten.

Der Bohrer muß eben so hart oder härter seyn als das Gestein, das durchbohrt werden soll. Die größte Härte der gewöhnlichen Gebirgsarten ist die Quarzhärte. Sie kann aber von hartem Stahl noch angegriffen werden. Die Spitze des Bohrers muß also aus gehärtetem Stahl bestehen. Die Bohrstange macht man gewöhnlich aus weicherem Eisen. Es prellt weniger in der Hand, zerbricht nicht und der Hammer schlägt am obern Ende, wohl eine Straupe, aber keine Splitter herab.

Feldspath, Kalk, Glimmer sind weicher als Quarz und daher sollten Gebirgsarteu, worin jene Gesteine vorherrschen, leichter zu durchdringen seyn; allein es kommt auch darauf an, ob das Gestein spröd ist oder zähe. Sprödes, wenn auch hartes Gestein, bröckelt leichter und läßt sich leichter bohren. Am meisten Mühe machen dem Bohrmanne jene Gesteine, die hart und zähe zugleich sind z. B. feste Basalte, Phorphyr, Syenit, Dolomit und andere.

Auch nach der Weite des Loches richtet sich die Arbeit. Die geringste Weite ist ein Zoll, wie sie bei der Bohrung zum Sprengen mit Pulver vorkommt. Beim Schurfbohren aber, wo das Loch zehn, oder selbst mehrere hundert Klafter niedergetrieben wird, muß die Weite mehre Zoll und selbst über einen Schuh gewonnen werden. Ja man versuchte in der neuen Zeit Bohrlöcher von noch größerer Weite niederzuteufen, um sie wie Schächte zu benützen.

Hier reicht der Meiselbohrer, der bei engem Loche am zweckmäßigsten ist, nicht aus; man wendet hier den Kronenbohrer an, um das Gestein mit mehreren Schneiden zugleich anzugreifen.

Wenn man das Bohren eine Zeit lang fortsetzt, so füllt sich das Loch mit Bohrmehl an, und hindert das Bohren. Das Loch muß daher von Zeit zu Zeit ausgeräumt werden. Dazu dient bei enger Oeffnung der Krätzer oder Bohrlöffel, eine Stange die am Ende eine umgebogene Schaufel trägt, worauf man das Bohrmehl aus dem Loche herauszieht.

In weiten Löchern gibt man dem Krätzer oder Bohrlöffel eine schraubenartige Windung, um damit bei der Umdrehung desselben auf der Sohle des Bohrloches das Bohrmehl leichter und reichlicher aufzufassen, weil bei einer Bohrung von hundert und mehr Schuhen das einmalige Herausziehen schon viel Zeit wegnimmt. Bei weichem Gesteine bedarf es keiner besondern Kraft, um es erst zu zermalmen, man kann es losschaben oder wenn es noch weicher ist wie z. B. Letten und Thon, losschneiden und herausziehen. Man wendet daher keinen Meisel, sondern einen Bohrer an, der an der Spitze eine Schraube trägt, welche wie am Holzbohrer die Erde mit schiefer Schneide abtrennt und im Gewinde emporschiebt. Ober dem Gewinde muß aber ein hohler Raum, ein Löffel oder eine Pfanne angebracht seyn, in welchen die abgetrennte Erdart, der „Bohrspan," sich einlagert, um dann zugleich herausgezogen zu werden. Dabei ist der Krätzer oder Bohrlöffel erspart.

Der Schrauben- oder Löffelbohrer unterscheidet sich von einem großen Holzbohrer dadurch, daß das Gewind des Erdbohrers weiter, weniger schief und der Löffel oder die Pfanne länger ist. Es versteht sich, daß die Wahl des Bohrers den verschiedenen Erdarten und Gesteinen jedesmal zweckentsprechend angepaßt werden müsse, im Allgemeinen läßt sich daher nur Weniges darüber lehren. Man könnte höchstens eine Reihe Musterbohrer anführen, um dem Bohrleiter oder „Bohrmeister" Anregungen zum Nachdenken zu geben, wie er das eben vorhandene Gestein angreifen soll. Hier halte ich es aber für besser, auf die Grundsätze zurückzukehren, aus denen der verständige, erfinderische Bohrmeister, und nur einem solchem darf man eine wichtige Bohrarbeit anvertrauen, sich selbst die Anwendung ableitet.

Da tiefe Bohrungen fast ohne Ausnahme in Flötzgebirgen vorgenommen werden, so hat es der Bohrer mit den eigenthümlichen Gesteinen desselben zu thun; also mit Sandstein, Thon, Kreide, Kalktuff, mit Sand, Grus, Gerölle und Conglomeraten.

Der Thon wird mit schneidendem Schraubenbohrer angegriffen; die Kreide und weiche Kalksteine mit einem stumpfen Schraubenbohrer, welcher die Bohrspäne mehr wegschabt als wegschneidet; die festeren Kalksteine, die härteren Sandsteine und Conglomerate müssen mit dem Kronenbohrer zerstoßen und dann das Mehl mit dem Bohrlöffel herausgezogen werden. Das Gerölle macht Schwierigkeiten, weil es selten mit dem Löffelbohrer gefaßt werden kann, sondern erst zermalmt werden muß.

Wir kommen hier auf ein bedeutendes Hinderniß der Bohrung: das ist das lose Gestein überhaupt. Dahin gehört nicht bloß das eben erwähnte Gerölle, sondern auch rollender Grus und Sand, und schwimmender Thon und Letten. Also gerade der Mangel an Festigkeit und an Zusammenhalt kann deßhalb so hindern, weil der Bohrer keine feste Wand bildet, daher die Seiten hereinbrechen, das Loch füllen und bei nachrutschenden Gebirgsarten die Arbeit fruchtlos machen.

Diese Fälle gehören zu den größten Hindernissen der Bohrarbeit. Das einzige Mittel dagegen ist die Auswandung des Bohrloches mit festen Stoffen, also das Einsetzen von Röhren, um die Wände des Bohrloches zu halten.

Man nimmt hierzu Holz oder Metall.

Die Holzröhren sind wohlfeil und von Eichenholz im Wasser auch haltbar, aber mehrere Nachtheile sind davon unabwendbar. Da man die Holzröhren stark im Holz halten muß, so muß auch das Bohrloch weiter genommen werden, weil der Durchmesser der Röhrenwand das Loch verengt. Bei den obern Röhren ginge das noch an, allein wenn man viele Klaftern lang Röhren einsetzen muß, die nicht mit einem Male, eine an die andere schließend und aufsitzend hineingeschoben und mit Gewalt hineingetrieben werden können und man gezwungen ist, durch die obern Röhren schwächere durchzuschieben, um sie tiefer einzusetzen, so müssen die untern Röhren immer um zwei und mehr Zoll enger werden und bald ist so das weite Bohrloch unbrauchbar verengt.

Holzröhren sind überhaupt nur in solchen Bohrlöchern anzubringen, deren Wände wohl eine Zeit stehen und die Ausfütterung mit Röhren gestatten, und welche nur für das spätere Einrollen zu sichern sind; nicht aber in losem Sande oder schwimmendem Thone, wo mit dem Bohren zugleich die Futterröhre niedergetrieben werden muß. Hier sind nur Metallröhren anwendbar.

Diese können aus Eisen, Kupfer oder Zink seyn; andere Metalle sind zu weich oder zu kostspielig. Auch jene Metalle sind nicht ohne Mängel. Eisen ist dem Roste unterworfen, besonders im Wasser, und da der Sauerstoff immer tiefer greift, so wird das ganze Eisen nach und nach vom Roste zerfressen und mürbe. Die andern Metalle wie Kupfer, werden auch von Sauerstoff angegriffen, aber nur eine dünne Schichte der Oberfläche nicht das Innere. Kupfer und Zink wäre daher dem Eisen vorzuziehen, wenn nicht wieder die Weichheit und auch der hohe Preis dieser Metalle diese Vorzüge schmälerte.

Auch giebt es Fälle, wo Kupferröhren und Zinkröhren bei Wasserleitungen weniger brauchbar sind, weil sie das Wasser ungesund machen.

Das Zinn ist ein reinliches, gesundes Metall, das von Sauerstoff wenig angegriffen wird und nur deßhalb nicht für sich allein anwendbar ist, weil es zu weich ist. Man verbindet es daher mit einem festen Metalle und zwar mit Eisen, wodurch beide ihre guten Eigenschaften erproben lassen. Verzinntes Eisen hat also zu Röhren den Vorzug vor allen andern Metallen. Nun wollen wir die Art der Röhrung des Bohrloches betrachten.

Feste Stellen bleiben frei, an „gebrächene" oder lockere Stellen werden die Röhren eingetrieben, und zwar dem Durchmesser des Loches so anpassend, daß sich eine mehrere Klafter lange Röhre niedertreiben läßt. Auf den obern Rand dieser Röhre setzt man eine zweite und treibt mit dieser die untere wieder tiefer. Damit fährt man fort, so lang es angeht. Läßt sich eine solche Röhrenverbindung nicht mehr weiter niederbringen, so bleibt nur noch übrig, die tiefer einzuführenden Röhren etwas enger machen, und durch die obern schieben und dann weiter niedertreiben zu lassen. Die durchgeschobene Röhrenverbindung muß um die ganze Stärke der obern Röhrenwand enger seyn und somit verengt sich wohl auch das Bohrloch. Allein es beträgt bei metallenen Röhren nur einige Linien.

Wir setzen hier immer voraus, daß das Gebirge wenigstens einige Zeit steht. Jedoch so ist es nicht immer und wir kommen nun auf den hinderlichen Umstand des rollenden und schwimmenden Gebirges, dessen Wände sogleich einbrechen, wie der Bohrer heraus gehoben wird. Schwimmendes, rollendes Gebirge, ist immer sehr lockeres Gebirge, es wird daher leicht mit dem Schneid- oder Schabe-Bohrer durchdrungen werden und wie der Bohrer die Erdart ablöste, läßt sich die Röhre gewöhnlich leicht nachtreiben. Aber das Hinderniß liegt anderswo. Wollen Sie die Umstände genau beachten. Um die Röhre von z. B. 6 Zoll Durchmesser niederzutreiben, muß das Bohrloch 6 Zoll im Lichten seyn, also auch die Bohrspitze muß 6 Zoll im Durchmesser haben. Nun ist die Stärke der Röhrenwand abzurechnen, es bleiben nicht 6 Zoll Raum im Innern der Röhre übrig, wie soll man dann den Bohrer durchbringen?

Man schiebt ihn früher in das Bohrloch und steckt die Röhre über die Bohrstange nach. Das mag gehen. Wie aber zieht man die 6 Zoll starke Bohrspitze durch die engere Röhre zurück?

Auch dafür gibt es Hilfe. Die Bohrspitze bei weichem Gebirge besteht mehr aus einem Schabe- und Schneideisen, womit man unter der Röhre die weiche Erdart losschabt, oder schneidet durch das Umdrehen des Bohrers z. B. von Links nach Rechts. Nun läßt sich diese schneidende Spitze so vorrichten, daß die Gewinde und Schneideisen bei dieser arbeitenden Drehung sich auseinanderlegen und das Gestein angreifen; bei einer entgegengesetzten Drehung aber sich zusammenlegen und durch die Röhre zurückgezogen werden können.

Diese Andeutungen mögen genügen zu zeigen, daß der Bergmann kaum so oft Gelegenheiten hat, seinen Scharfsinn und seine Erfindungsgabe zu beweisen, als bei tiefen Bohrungen durch wechselnde Gebirgsarten.

Ich darf hier nicht übergehen, daß in den meisten Fällen das Bohren durch Wasser erleichtert wird. Wenn nicht die Gebirgsart selbst schon Wasser führt, so gießt man mit Vortheil Wasser in das Bohrloch. Das Wasser löst die meisten Steine etwas auf, besonders die thonhältigen und den Kalk, und schon deßhalb läßt sich dann das Gestein eher losbrechen. Das Wasser löst aber immer das Bohrmehl auf, die thonigen Bestandtheile heben sich empor,

die quarzigen als scharfer Sand bleiben unten und greifen selbst, zwischen den Bohrer und das Gestein gebracht, reibend und ritzend das Gestein mit an. In trockenem Bohrmehl stampft sich der Bohrer bald fest; in wässerigem kann man länger in einemfort bohren, ehe man wieder auszuräumen braucht. Ja das steigende Wasser schafft selbst das Bohrmehl heraus, besonders bei wagrechten oder aufwärts geneigten Bohrungen im nassen Gesteine. Endlich hindert das Wasser das schnelle Erhitzen des Bohrers, wodurch er weich und bald stumpf wird. Nur in Löchern, welche zum Sprengen mit Pulver gebohrt werden, ist die Feuchtigkeit nachtheilig. Die Löcher müssen dann vor der Ladung trocken gemacht werden. In wasserführendem Gesteine werden sie mit Letten ausgeschmiert und sind sie auch dadurch noch nicht vollkommen trocken zu legen, so werden sie mit gut gepichten oder sonst wasserdicht gemachten Patronen geladen.

Die Bohrstange.

Die Bohrstange muß etwas dünner seyn als die Bohrspitze, damit sie sich im Bohrloch leicht bewegen läßt. Während die Spitze immer aus hartem Stahl ist, macht man die Bohrstange aus Eisen nicht sehr gehärtet, doch auch nicht zu weich. Harte Bohrstangen springen unter starken Schlägen, zu weiche Bohrstangen werden oben schnell straupig geschlagen und biegen sich wohl auch, wodurch das Bohrloch die unerläßliche gerade Richtung verliert und der Bohrer sich so stemmt, daß er nicht mehr herausgezogen werden kann.

Bei kurzen Bohrlöchern ist die gerade Richtung leicht einzuhalten und ein Fehler nicht so folgenschwer; bei Bohrlöchern aber, die hunderte von Klaftern niedergetrieben werden sollen, erfordert die genaue Einhaltung der geraden Richtung die höchste Aufmerksamkeit. Hier ist zugleich der zweckmäßige Bau der Bohrstange von äußerster Wichtigkeit.

Wie die Bohrung mehr als zwei Klafter langt, muß die Bohrstange aus Stücken zusammengesetzt werden. Man unterscheidet dann die B o h r s p i t z e mit einem Theil der Bohrstange, dann die M i t t e l s t a n g e n und die H a n d h a b e. Die Bohrspitze mit der dazugehörigen Stange macht man nur eine halbe oder eine ganze Klafter lang, eben so die Handhabe; die Mittelstangen aber 2 bis 3 Klaftern.

Das Gestänge muß gerade seyn, um bei dem Stoße oder bei der Drehung nicht die Bohrwand zu beschädigen; das Gestänge muß auch fest seyn, um die Drehung auszuhalten und den Stoß voll auf die Bohrspitze zu bringen. Das Gestänge muß endlich bequem zu handhaben seyn, damit man es leicht herausziehen und wieder hineinlassen kann.

Bei langen Bohrern erfordert es eine gute Einrichtung, um diese Eigenschaften zu erlangen. Wie der Bohrer mehrere Klafter lang wird, kann er nicht mehr im Ganzen herausgenommen werden, denn das erforderte oft ein Bohrgerüste höher als die größten Thürme; die Bohrstange muß auseinander gelegt und doch wieder so fest zusammengefügt werden können, daß man damit drehend und stoßend arbeiten kann.

Die Verbindung der Theile der Bohrstange ist entweder die Schraube oder die Verklammerung.

Wenn Stange an Stange angeschraubt wird mit gleicher Richtung der Windungen, so darf man nur in der entgegengesetzten Richtung den Bohrer bei der Arbeit drehen; bei einer Verklammerung der verbundenen Bohrstangen kann man den Bohrer rechts und links wenden. Bei einem Bohrer von hundert und mehr Schuhen wird das Gestänge sehr schwer; und man muß auf Erleichterung denken.

Man macht daher das Gestänge aus Holz, das in einzelnen Theilen verklammert wird, oder auch aus hohlen Eisenröhren, welche bei derselben Metallmenge fester sind, als volle Eisenstangen; endlich wird der Stoßbohrer auch noch an ein Seil gehängt. Das Seil ist bei kürzern Bohrern ein gewöhnliches Hanfseil, bei tiefen Bohrungen aber ein Drahtseil von Eisen.

Im Allgemeinen muß bemerkt werden, daß Wasser im Bohrloche den Bohrer leichter macht, und zwar eben so viel, als das Gewicht des Wassers beträgt, welches der im Wasser stehende Bohrer sammt Stange durch seinen Umfang verdrängt. Das ist bedeutend, besonders bei Holzgestänge und bei Bohrstangen aus Eisenröhren. Der zweckmäßige Bau der Bohrstangen und die passende Wahl für die jeweiligen Verhältnisse sind wichtige Bedingungen zu einer förderlichen Bohrung. Im Anfange sind dichte Eisenstangen anzuwenden, bei zunehmender Tiefe, wo das Gewicht der Bohrstangen immer zunimmt und den Bohrer unlenksam macht, sind Röhrenstangen oder Holzstangen anzuwenden; in sehr

großen Teufen ist beim Stoßbohren das Drahtseil vorzuziehen. Man darf aber dabei den wichtigen Unterschied nicht vergessen, daß das Seil das Gewicht der Bohrspitze wenig vermehrt, diese daher selbst schwer seyn oder durch theilweise Anwendung von Gestänge schwerer gemacht werden muß; daß dagegen das Bohrgestänge mit seinem Gewichte das der Bohrspitze vermehrt.

Die Handhabe.

Der Bohrer kann nur an einer Stelle, und zwar oben gehandhabt werden. Beim Drehbohren ist oben durch das Öhr eine Querstange geschoben, welche mehrere Arbeiter herumdrehen. So lange der Bohrer nicht tief geht, drücken ihn die Arbeiter mit über die Stangen gelehntem Leibe oder durch besondere Gewichte nieder, später wird der Bohrer selbst so schwer, daß er sich fest in das Gestein drückt und nur gedreht zu werden braucht. Bei sehr langem Gestänge kann aber der Bohrer auch zu schwer werden und so tief einscheiden, daß man ihn nicht drehen kann; in diesem Falle muß das Gewicht des Bohrers erleichtert werden durch ein Gegengewicht.

Der Stoßbohrer muß zum Stoße gehoben und zugleich nach jedem Stoße gedreht werden. Im Anfange geschieht das mit den freien Händen eines oder mehrerer Arbeiter. Später wird er an einen Hebel gehängt, an dessen längerem Arme die Arbeiter durch ihren Druck den Bohrer heben, dieser ist an den Hebel durch einen drehbaren Kolben befestigt und ein oder mehrere Arbeiter drehen den Bohrer nach jedem Stoße, und zwar nach der Größe des Durchmessers im Bohrloche um eine halbe oder kleinere Wendung. Je weiter das Bohrloch ist, desto kleiner ist der Ruck der Bohrerwendung, weil der Meisel dann mehr angreifen würde, als er abbröckeln kann.

Die Handhabe und das Gestänge muß überdies so eingerichtet seyn, daß der Bohrer leicht herausgehoben werden kann, weil bei der Bohrung entweder die Pfanne des Bohrlöffels oder beim Stoße die Sohle des Bohrloches selbst oft ausgeräumt werden muß. Das Herausheben des Bohrers geschieht durch ein um die Welle des Rundbaumes geschlungenes Seil das mit Haspeln gezogen wird, oder mit dem Flaschenzug, oder bei sehr schwerem Bohrgestänge mit einer Kette durch ein zusammengesetztes Getriebe. Das Gestänge wird dabei mit einer Zange an den Schraubenknoten ge-

faßt und durch das Seil immer so hoch herausgehoben, um einen Theil oben abschrauben zu können. Diesen Vorgang müssen wir noch deutlicher machen, indem wir

Das Bohrgerüste.

beschreiben. Bei tiefen Bohrungen haben die Arbeiter am Bohrer ein ungelenkes Werkzeug von ungeheurer Länge in ihren Händen, welches überdieß nach kurzen Weilen immer wieder ganz aus dem Bohrloche gehoben werden muß. Dazu ist ein Gerüste nothwendig, an welchem der eine Theil immer emporgehoben und angelehnt werden kann.

Es wird in verschiedenen Arten errichtet. Die erste Art besteht darin, daß man einen Schacht (den Bohrschacht) von einigen Klaftern niederteuft und unten auf der Sohle erst das Bohrloch eintreibt. Hier vertritt der Schacht das Bohrgerüste; oben auf dem Schacht steht ein Haspel oder neben dem Schacht ein Gabel durch welchen das Bohrgestänge emporgezogen wird. Wie nun ein Glied der Bohrstange ganz über der Mündung des Bohrloches herausgezogen ist, wird hier der untere Theil durch eine Zange oder Scheere unter den vorragenden Schraubenknoten festgehalten und das obere Glied abgeschraubt. Wenn die Glieder kurz sind, so schraubt man mehrere Glieder in der Länge von zwei und mehrern Klaftern ab, so weit der Bohrschacht langt, und so hebt man Theil um Theil des ganzen Bohrgestänges heraus. Auf die umgekehrte Weise wird es wieder in das Bohrloch hinabgelassen.

Hat man keinen Bohrschacht vorgeschlagen, so muß ein Bohrgerüste über der Mündung des Bohrloches aufgestellt werden. Die einfachste Art ist die Zusammenfügung dreier Bäume, welche im Dreieck über dem Mundloch aufgestellt und oben zusammengefügt werden, daß sie die drei Seiten einer Spitzsäule bilden. An einen der Bäume werden Sprossen angebracht, daß man daran wie auf einer Leiter emporsteigen kann; oben wird eine Rolle oder ein Flaschenzug befestigt, welcher das Seil trägt um den Bohrer damit auf und nieder zu lassen.

Bei großen und tiefen Bohrlöchern ist ein solches Gerüste noch nicht ausreichend, es ist ein Bohrhaus nothwendig, welches thurmähnlich fünf und mehrere Klaftern hoch errichtet wird und im obern Theil Haspel, Winden, Getriebe und Flaschenzüge hat,

um damit das Gestänge zu bewegen. Das Haus schützt zugleich die Arbeiter im Wetter und dient zur Aufbewahrung der Geräthschaften.

Die Bohrarbeit.

Man bohrt nur im Wasser mit Vortheil, in trockenem Gebirge verdient der Schurfschacht in den meisten Fällen den Vorzug. Auch die Bohrarbeit folgt gewöhnlich erst, nachdem man einen Schacht bis zu jener Teufe niedergetrieben hat, wo man Wasser erwartet oder schon erlangt hat. Ober dem Wasserstande wird der Schacht mit den nöthigen Vorrichtungen so ausgeweitet, um den Bohrarbeitern freie Bewegung zu lassen, denn hier an der Mündung des Bohrloches steht ein Theil der Arbeiter, welcher den Bohrer dreht, oder der Vorarbeiter, welcher den Bohrer in der wahren Richtung erhält. Die Bewegung wird dem Bohrer gewöhnlich außerhalb des Schachtes gegeben.

Nach der Art des Gesteines wendet man nun den Meiselbohrer, den Kronenbohrer, den Schraubenbohrer, den Löffelbohrer oder sonst eine Art Bohrer an. Beim Stoßen muß das Loch so oft geräumt werden, als das losgestoßene Bohrmehl das Niederbringen des Bohrers hindert. Dabei muß der Bohrer herausgezogen und statt des einfachen oder des Kronenmeisels der Krätzer angebracht werden, mit dem das Bohrmehl oder im Wasser, der Bohrschmand herausgeschafft werden kann. So wird, mit gleicher Abwechslung die Arbeit fortgesetzt.

Im weichen Gebirge wo die Schraube angewendet wird, arbeitet der Bohrer so lange bis die Schraubengewinde oder die Pfanne angefüllt sind. Der Arbeiter merkt es am schweren Gange. Hierauf wird der Bohrer herausgezogen und ausgeleert.

Um den Zweck der Bohrung zu erfüllen, welcher in der Erforschung des Gebirges besteht, muß die Bohrung unter genauer Aufsicht stehen und das gewonnene Bohrmehl, der Bohrschmand und die Bohrspäne in Proben aufbewahrt werden mit der Angabe der Teufe und der Mächtigkeit in welcher es vorkam.

Der Leiter der Arbeit oder der B o h r m e i s t e r hat daher ein verläßiges T a g e b u ch über die Bohrung zu führen, aus dem man die Arbeitszeit mit der jedesmal dadurch gewonnenen Niederteufung, die nach einander folgenden Gesteinschichten mit ihrer Mächtigkeit und alle Verhältnisse der Trockenheit, Nässe, Wassermengen

u. dgl. erkennen kann. Diese Umstände genau zu bestimmen ist oft schwer. Bei nassen Bohrungen, wo der Bohrschmand aus verschiedenen Schichten zusammenschwimmt, bei rollendem Gestein, bei brüchigen Wänden, bei großen Wasserzuflüssen läßt sich wenig Verläßiges daraus abnehmen.

Man will aber nicht bloß die Mächtigkeit der Flötze, man will auch ihr Fallen und Streichen bestimmen. Aus dem Bohrschmand ist das kaum möglich, aus dem Bohrmehl eher, und man hat verschiedene Vorrichtungen ersonnen, welche wohl den Scharfsinn der Erfinder, aber selten die Schärfe des Ergebnisses bewundern lassen. Um das Streichen und Fallen, um die Verstärkung der Flötze zu erkunden, muß man gewöhnlich mehrere Bohrlöcher niederteufen.

Die Bohrung wird oft sehr gefördert, wenn stark zuströmendes Wasser seine Quelle aus dem Bohrloche ergießt, und daher das aufgelöste Bohrmehl als dünnen Schmand mit emporträgt, so daß der Bohrer das Gebirge nur zu zermalmen nicht herauszuschaffen hat. Allein die Fälle wo die Natur dem Bohrer Hindernisse bereitet oder Unglück die Arbeit erschwert und unmöglich macht, sind weit häufiger. Ich will nur einige erwähnen, um behutsam und vorsichtig zu machen.

So ist z. B. bei lockerem Sande und nassem Thon das Einrollen der Wände zu befürchten. Wenn Thonschichten über dem Sande liegen, so bindet wohl der vom Bohrer mit niedergerissene Thon die Sandwände ein wenig; allein rollender Sand kann nur mit Röhren gefestet werden und diese müssen durch die ganze Sandschichte bis auf eine feste Thon- oder Steinunterlage niedergetrieben werden und der Bohrspitze ohne Verzug folgen. Schwimmender Thon ist fast noch schwerer zu halten und nur durch schnell folgende Röhren zu gewältigen. Das aufsteigende Wasser beschädigt auch die höhern Sand- und Thonschichten, welche früher in trockenem Zustande noch haltbar waren, daher ist nach Erbohrung von Wasser immer die Frage zu stellen, ob nicht in der Höhe die weichen Schichten unverzüglich zu verwahren seyen.

Feste Steine erfordern viel Arbeit, sie bringen aber keine besonderen Hindernisse, nur das feste Gerölle z. B. Kieselnieren im Kreidegebirge verdienen eine besondere Erwähnung. Oft kann man diese Steine durch geeignete Bohrspitzen in die weiche Seitenwand

drängen und die Arbeit erleichtern. Nur hüte man sich vor der Gefahr des Einklemmens des Bohrers. Der Bohrer kann eingeklemmt werden, wenn man zu lange in Bohrmehl oder mit angefüllter Pfanne bohrt, wenn man in festem Gesteine mit zu schwerem Bohrzeuge niedergeht; wenn sich das Gestänge biegt, oder das Bohrloch schief wird, wenn Wandgestein nachrollt und in andern Fällen. Der Bohrer wird dann unbeweglich und greift man ihn mit großer Gewalt an, so kann noch größeres Unglück geschehen, das ist das Zerreißen oder Brechen des Bohrers. Man muß beim eingeklemmten Bohrer erst die Ursache des Einklemmens zu ermitteln suchen, um darnach die Hilfe einzurichten. Beim Losmachen muß man mit den schwächern Mitteln anfangen, um Biegung und Bruch zu vermeiden; in manchen Fällen leistet eingegossenes Wasser gute Dienste. Mehr läßt sich im Allgemeinen nicht darüber rathen.

Um gebrochene oder abgerissene Bohrertheile herauszuziehen, versucht man die Zange, welche an dem Gestänge niedergelassen wird, um damit das Trumm des abgerissenen Bohrers zu ergreifen. Sie muß so eingerichtet seyn, daß beim Aufziehen die Zange zusammengreift und den Gegenstand faßt. Reicht die Haltkraft der Zange nicht aus, so kommt die Schraube in Anwendung. Man gestaltet nach der Form des verlorenen Bohrstückes eine Schraubenmutter mit scharfschneidigem Gewinde und versucht es nun, diese Schraube durch Drehung um das Ende des verlorenen Stückes fest anzudrehen und es so herauszuziehen. Gelingt auch dieses nicht, so versucht man das steckende Bohrerstück in die Wand des Bohrloches zu drängen, indem man mit spitzigem Bohrer darauf niedergeht. Es ist das ein schweres Mittel und verdirbt oft das Bohrloch, welches an solchen Stellen häufig die gerade Richtung verliert. Die letzte Hilfe besteht darin, daß man den im Bohrloche steckenden Bohrertheil zu zertrümmern und zu zerbohren versucht. Welche Schwierigkeiten diese Arbeit bietet, brauche ich wohl nicht darzulegen. Die Arbeit ist nur dann anzurathen, wenn das verlorne Trumm des Bohrers nicht groß ist.

Der Schachtbau.

Der Schacht durchdringt gleich dem Bohrloche das Gebirge von oben nach unten, entweder in senkrechter oder in schiefer Rich=

tung. Er unterscheidet sich aber von dem Bohrloche durch seinen weiten Durchmesser und die Art des Baues.

Die Zwecke, welche man mit den Schächten erreichen will, sind entweder die Durchforschung eines Gebirges „Schurfschächte" oder die Herausschaffung der Erze „Förderungsschächte," oder die Leitung der Grubenwässer „Wasser- oder Kunstschächte" oder die Zubringung von frischer Luft „Luftschächte." Auch die Fahrung geschieht häufig durch Schächte; allein der „Fahrschacht" wird gewöhnlich mit einem der schon genannten Arten der Schächte verbunden. Betrachten wir nun den Bau der Schächte im Allgemeinen. Die Bemerkung über die besondern Arten lassen sich leicht damit verknüpfen. Wir müssen als den einfachern Bau den des senkrechten oder seigern Schachtes voranstellen.

Da alles Gestein aus dem Schachte herausgehoben oder gezogen werden muß, so beginnt der Schachtbau mit dem Schachtkranze oder dem Haspelgestelle, wodurch zugleich die Größe des Schachtes bestimmt wird.

Die bequemste Form der Schächte ist die eines länglichen Viereckes. Schurfschächte, die nur wenige Klaftern tief getrieben werden z. B. auf Braunkohlenflötze werden nur eine Klafter lang und eine halbe Klafter breit angelegt. Von dieser Größe wachsen sie aber im Hochgebirge, wo vielleicht die Wasserhebung, die Förderung und die Fahrung in Einem Schachte vereint ist, bis zu drei Klafter Länge und einer Klafter Breite. Nach der Anlage wird die erste Klafter mit der Schaufel herausgeworfen, dann wird das Haspelgestell aufgesetzt, und die Förderung mit dem Kübel beginnt. Doch davon handeln wir später, hier wollen wir nur die Mittel betrachten, wie der Schacht niedergebracht und seine Wände gesichert werden.

Bei der Bohrung mußte das Gestein entweder im Stoße klein zermalmt oder in weicher Erdart mit dem Schaubenbohrer herausgeschnitten und geschabt werden. Im Schachte hat man andere Mittel je nach den verschiedenen Gebirgsarten.

Loser Sand und lockeres Gerölle wird mit der Schaufel oder mit Kratze und Trog in den Kübel gefüllt.

Weiches Gestein wird mit der Keilhaue, zäher Letten oder anderes zähes Gestein wird mit der Breithaue losgebrochen und dann mit dem Troge in den Kübel gefüllt. Festes Gestein, das

aber doch Ablösen oder Spalten und Klüftungen hat, wird mit der Brechstange „losgewogen" oder mit Schlägel und Eisen „durchschrotten."

Der Bergmann setzt dabei die Spitze des Eisens, das er entweder unmittelbar, oder an einem Stiel in der Hand hält in die Spaltung oder Schieferung des Gesteines ein und treibt das Eisen mit dem „Schlägel," „Fäustel" oder „Hammer" von zwei und mehr Pfund Gewicht hinein, um entweder größere Schalen oder kleinere Splitter herauszubrechen, oder das Gestein nach seinen Spaltungen zu öffnen und dann mit der Keilhaue und der Brechstange nachzuhelfen. Mit dem großen Schlägel oder der „Faust" (einem Hammer von 4 bis 10 Pfunden) werden einzelne aus den Wänden herausragende Platten herabgeschlagen.

Ist das Gestein auch nicht mit Schlägel und Eisen zu zwingen, so bleibt nur noch die Gewalt des Pulvers übrig. Um damit das Gestein zu sprengen werden Bohrlöcher ein bis anderthalb Zoll weit und 6 bis 24 Zoll tief eingetrieben. Die Bohrung geschieht am besten durch Einen Arbeiter, welcher mit einer Hand den Bohrer hält und dreht und mit der andern Hand durch den Hammer niedertreibt. Das zweimännische Bohren, wo Einer den Bohrer leitet und der Andere schlägt, ist nur selten mit Vortheil anzuwenden, denn gewöhnlich richtet man mit zwei Bohrlöchern, die man durch zwei Arbeiter in derselben Zeit niedertreibt, welche Zwei hier an einem Bohrloche brauchen, mehr aus, als durch das größere zweimännische Bohrloch. Man nimmt zu einem Bohrloche mehrere Bohrer immer von abnehmendem Durchmesser, so, daß der erste oder der Vorbohrer 1 Zoll, der zweite oder Nachbohrer $^7/_8$ Zoll, der Ausbohrer endlich nur $^3/_4$ Zoll stark ist. Es dient dieses Verfahren sehr zur Erleichterung der Arbeit. Auch hier gilt der Grundsatz, daß man mit eingegossenem Wasser schneller fortkommt. Die Anlage des Bohrloches erfordert Umsicht und Erfahrung über die Wirkungen des Pulvers in einer bestimmten Gesteinart. Die Kraft des Pulvers ist nicht unendlich groß, und man darf ihr nicht zu viel aufladen. Man löst daher das Gestein nur in Schalen und Stücken ab, indem man im Schachte eine Seite in der Sohle niederbricht und nun den andern Kamm nachnimmt.

Zu diesem Ende schlägt man die Löcher ein bis zwei Schuh vom Rande des Einbruches und sprengt damit solche Stücke ab.

Was nach dem „Schusse" stehen bleibt oder durch den Schuß nur gelockert wurde, wird dann durch den schweren Schlägel, durch Keilhaue und Eisen nachgeholt.

Wir müssen nun den Gebrauch des Pulvers im Bohrloche selbst betrachten. Das Bohrloch ist wie ein Flintenlauf, aus dem man den Pfropf nicht heraustreiben, sondern in dem man ihn so fest einstampfen will, daß die Seitenwände gesprengt werden müssen.

Man füllt daher das gut ausgetrocknete Bohrloch bis auf 3 bis 6 Zoll mit Pulver an und setzt nun einen Pfropf darauf; damit aber das Pulver von außen anzünden könne, muß durch den Pfropf eine Oeffnung gelassen werden, doch nicht so groß, daß durch dieselbe das entzündete Pulver herauszischen kann. Man schiebt also eine Nadel in der Stärke von 2 bis 3 Linien ein, drückt sie an die eine Wand des Bohrloches und treibt daneben den Pfropf hinein. Der beste Stoff dazu ist trockener Thon oder Letten. Man kann auch anderes Gestein nehmen, doch hüte man sich vor solchem, das am Stahle Funken reißt. Beim Eintreiben des Pfropfes mit dem Ladstocke kann sich durch solche Funken das Pulver im Bohrloche entzünden. Ueberhaupt erfordert die Sprengarbeit die größte Vorsicht, denn auf jeden Fehler, auf Leichtsinn und Unachtsamkeit hat die Natur auch hier die Todesstrafe verhängt. Der zu früh entzündete Schuß zertrümmert in der Regel den Arbeiter und vergräbt ihn unter der losgerissenen Steinmasse. Wegen der Gefahr des Funkenreißens darf auch die Nadel, welche neben dem Pfropfe hineingeschoben ist, nicht aus Stahl und Eisen, sondern muß aus Kupfer oder sonst einem weichen Metalle seyn, denn beim Herausziehen und da sie fest eingekeilt ist, gewöhnlich beim Herausschlagen kann sie ein Kieskörnchen streifen, Funken reißen und das Pulver anzünden.

Ist der Pfropf fest hineingeschlagen, so wird die Kupfernadel, behutsam herausgenomen und die Lunde vorgerichtet. Diese besteht entweder aus einem mit Pulver gefüllten Strohhalm oder Schilfröhrchen; aus einem „Pulvermännchen" oder aus einem wasserdichten aus Hanf gemachten und mit Pulversatz gefüllten Brander oder Zünder. Das Pulvermännchen wird in folgender Weise gefertigt. Es wird ein 12 Zoll langer und einen halben Zoll breiter Papierstreifen, mit zermaltem und in Wasser zu Brei gemachtem Pulver bestrichen und dieser Streifen noch feucht um eine Nadel

schief mit der Pulverseite nach innen so aufgewickelt, daß der Streifen etwa zu einem 10 Zoll langen und 2 bis 3 Linien breiten Röhrchen wird, das sorgsam von der Nadel abgestreift und getrocknet wird. Dieses Pulvermännchen, der mit Pulver gefüllte Halm oder der Zünder wird nun in die Oeffnung, welche die Nadel im Pfropf zurückgelassen hat, hineingeschoben und oben ein Schwefelfaden darauf gesteckt, welcher an der Spitze angezündet wird. Die Größe des Schwefelfadens muß so berechnet seyn, daß er so lange brennt als der Bergmann braucht um zu einer sichern Stelle zu gelangen, wo beim Zerspringen das umhergeschleuderte Gestein, das wie eine platzende Granate überall hin die Stücke wirft, ihn nicht mehr treffen kann.

Hier, wo wir es mit dem Schachtteufen zu thun haben, muß der Arbeiter nach dem Anzünden des Schwefelfadens Zeit behalten aus dem Schachte zu fahren, oder, wenn dieser zu tief wird, einen Fliehort zu erreichen. Man treibt zu diesem Zwecke in die Wand des Schachtes kleine Strecken hinein und dorthin verbergen sich die Arbeiter in dieser Gefahr.

Die Abgleichung der vier Wände oder der zwei „kurzen und langen Stöße" ist eine zweite Aufgabe des Schachtteufens. Senkrechte Schächte müssen genau nach dem Senkblei niedergetrieben und die Wände möglichst gleichgehalten werden. In festem Gesteine stehen sie von selbst, allein auch hier lösen sich oft kleine Splitter los und weil solches losgegangene Gestein oft großen Schaden anrichtet, so müssen tiefe Schächte ganz ausgebaut, entweder mit Holz verzimmert, oder ausgemauert oder mit Eisenkasten ausgesetzt werden.

Die Schachtzimmerung.

Wenn nur die Gefahr des einrollenden Gesteines von sonst festen Wänden zu befürchten ist, so genügt eine Bretterverschalung.

Um die Bretter an der Wand festzuhalten, werden Kränze gesetzt. Sie bestehen aus ganzen oder einmal gespaltenen Baumstämmen, „Jöcher," die an den langen Stößen durch Querstücke „Einstriche," welche an den kurzen Stößen zwischen die Jöcher eingetrieben, diese fest an die Wände drücken und so die hinter denselben eingeschobenen Bretter unten und oben fassen. Man läßt zur größern Befestigung die Jöcher auch in das Gestein hineingreifen, daß sie nicht niederweichen können.

Sind die Wände des Schachtes locker, so muß die Befestigung enger zusammengreifen. Man setzt dann Kranz an Kranz, und erscheint das in Hälften gespaltene Holz nicht stark genug, so nimmt man ganze Stämme, welche dem Drucke zu widerstehen vermögen.

Als wichtige Regel läßt sich hier aufstellen, daß die Auszimmerung ohne Verzug, wie der Schacht niedergetrieben wird, nachrücken soll. Alles Gestein, auch das leichtrollige, Sand und Letten, steht so lange es in Ruhe bleibt, fest. Wenn man mit einem Schachte die eine Seite öffnet und das Gestein weichen kann, so wird Anfangs doch nur das nächste Gestein lose, und wird dieses gleich in seiner Lage befestigt, so ist der Druck nur ein sehr mäßiger. Wenn aber das Gestein anfängt nachzugeben, und das Hintergestein nachsinkt, so drückt es mit seiner ganzen Last, welche später, wo große Theile aus dem Gleichgewichte der Ruhe gekommen sind, nicht mehr gehalten werden können. Nur auf diese Art läßt es sich erklären, wie der Bergmann mit seinem Baue, den er mit wenigen Stützen hält, unter der unendlichen Last ganzer Gebirge sich hindurch gräbt, wie er aber selten im Stande ist, loses rollendes Gestein, das in großer Erstreckung aus der Ruhe gewichen ist. zu stützen. Wir wollen diese Fälle näher betrachten, denn sie stellen dem Bergmanne die schwierigsten Aufgaben.

Die Arbeit im festen Gesteine ist mühevoll, aber es gehört auch nichts als Mühe dazu, um es zu bezwingen. Im Urgebirge, in Schiefer und in Massengesteinen sind daher die Schächte mit fleißigen Arbeitern ohne besondere Schwierigkeiten niederzuteufen. Im Flötzgebirge hingegen, welches Schichten von Gerölle, von Sand, schwimmendem Letten und wieder Schichten mit ungeheuern Wassermassen enthält, erfordert das Niederteufen eines Schachtes nicht allein allen Fleiß und alle Vorsicht, sondern auch die größte Anstrengung eines scharfen Verstandes, der für jedes Hinderniß ein Hilfsmittel zufinden weiß.

Dieses Werkchen kann die Mittel nicht erschöpfend anführen; kennt man ja noch nicht alle Hindernisse, und gestalten sich diese doch in jedem Falle neu; sondern nur das Nachdenken mag durch folgende Betrachtungen geweckt und das Vertrauen auf die Kraft des Menschenverstandes gestärkt werden, welcher hier die unerschöpfliche Quelle der Hilfsmittel ist. Betrachten wir zunächst die

Wassernoth. Nicht der Mangel, sondern der Ueberfluß an Wasser bringt dem Bergmanne gewöhnlich Noth, und selten erreicht der Schacht eine bedeutende Teufe, ohne Wasser anzutreffen. Das Wasser muß zugleich mit dem Gesteine aus dem Schacht geschafft werden. In weiten Schächten ist es gewöhnlich leichter als in engen; denn der Wasserfluß bleibt sich gewöhnlich gleich, ob der Schacht weit oder eng ist; im weiten Schachte lassen sich aber die Arbeiten des Wasserförderns von dem Fördern der Gesteine, „Berge," besser trennen. Sind die Wasserzugänge klein, so wird das Wasser im Kübel mit hinausgezogen. Man kann dieses Verfahren beibehalten, selbst wenn man nach jedem Kübel Gestein einen Kübel Wasser ziehen muß. Wenn es aber mehr anwächst, dann sind Pumpen nothwendig, von denen wir am andern Orte mehr sprechen werden. Dabei wird das Wasser im „Sumpf" gehalten, das heißt, man bricht auf der einen Seite des Schachtes tiefer ein, läßt hier das Wasser sich sammeln und hinausschaffen, während der Arbeiter auf der andern Seite die Sohle des Schachtes nachnimmt.

Schwieriger wird die Arbeit, wenn zum Wasser noch ein anderes Hinderniß kommt, und zwar lockeres oder schwimmendes Gebirge. Dadurch wird der Schacht so in Gefahr gesetzt, daß er eher zusammenbrechen kann, als man die Zimmerung des Schachtes fertigen kann. Hier muß man die Zimmerung vor dem Abteufen vorbereiten; es geschieht durch das Getriebe.

An der Sohle des Schachtes wird ein Kranz gesetzt und hinter demselben werden Pfähle in das weiche Gebirge senkrecht niedergetrieben, so dicht an einander, daß von der Wand her das Gebirge nicht nachweichen kann, wenn der Schacht hierauf weiter niedergeteuft wird. Wie das Abteufen an das untere Ende der Pfähle kommt, wird wieder ein Kranz gesetzt und hinter demselben werden wieder die Pfähle niedergetrieben.

In großen Teufen, wo der Zudrang des Wassers groß ist und mit fürchterlichem Drucke die lockern Sand- oder Thonmassen des durchzuteufenden Gebirges hereinschiebt, reicht oft schnell das Mittel des Getriebes nicht hin, um den Schacht niederzubringen und vor dem Zusammenbrechen zu schützen. Man wendet dann eiserne Kasten in der Größe des Schachtdurchmessers an, welche man gleich Röhren im Bohrloche niedertreibt und wie man sie niederbringt, die Schachtsohle nachnimmt.

Oft ist die Aufgabe gestellt, nur durch eine, mehrere Klafter mächtige Schichte von schwimmendem Gebirge niederzuteufen, und doch kann dieses Hinderniß fast unüberwindlich seyn. Die Noth hat zu einem eigenthümlichen Mittel gerathen, es besteht darin, dem zudringenden Wasser den Druck verdichteter Luft entgegenzusetzen. Man hat nämlich gefunden, daß der Zufluß des Wassers aus den Schachtwänden geringer wird und ganz aufhört, wenn man den Schacht oben luftdicht absperrt und nun darin die Luft durch eine Luftpumpe so verdichtet, daß sie ein und zweimal so dicht wird wie die gewöhnliche Luft. Da aber der Mensch in solcher verdichteten Luft noch athmen und arbeiten kann, so hat man dieses Mittel auch schon mit Erfolg durchgeführt.

Der Schacht wird einige Klafter unter der Hängebank durch eiserne Ausfütterung luftdicht abgeschlossen und hier zugleich ein Uebergangs-Raum für die Arbeiter vorbereitet. Eine Dampfmaschine ist aufgestellt, um durch Einpumpen frischer Luft diese im Schacht zu verdichten. Wie die Arbeiter hinabgestiegen sind, wird die Oeffnung luftdicht geschlossen und die Luft verdichtet, wodurch der Zufluß des Wassers gehindert wird. Für den Arbeiter ist nur der schnelle Uebergang von der verdichteten in die dünnere Luft schädlich und in dem obern Raume des Schachtes ist eben die Vorrichtung getroffen, um den Uebergang allmälig eintreten zu lassen.

Wir haben hier bei dem Ausbaue der Schachtwände mehr die Zeit des Abteufens im Auge gehabt; wenn aber daran gelegen ist, daß der Schacht eine lange Dauer habe, dann genügt die Ausholzung des Schachtes nicht und man mauert solche Schächte. Die Mauerung, welche gewöhnlich mit Ziegel geschieht, hat nichts Besonderes und wird entweder ganz von unten begonnen, oder im obern Theile des Schachtes auf vorspringendes festes Gestein gegründet. Da aber die Schachtmauer dem allseitigen äußern Drucke widerstehen soll, so wendet man die runde Ausmauerung an, welche gewölbartig nach allen Seiten Widerstand leistet.

Wir hatten bis jetzt immer senkrechte oder seigere Schächte im Auge. Manchmal kann es aber vortheilhaft seyn, dem Schachte eine geneigte, schiefe Richtung zu geben. Der Bergmann nennt solche Schächte tonnlägige. Sie bilden den Uebergang zu den Stollen, welche wagerecht in das Gebirge getrieben werden, und

ihr Bau hat mit dem des Stollens viel gemein, daher wir dort darauf Rücksicht nehmen werden.

Nach diesen allgemeinen Betrachtuagen wollen wir uns den einzelnen Arten der Schächte zuwenden.

Der Schurfschacht

wird zur Erforschung des Gebirges getrieben. In Flötzgebirgen wird er immer seiger getrieben, um die einzelnen Schichten zu durchschneiden. In Ganggebirgen, wo man damit tonnlägige Gänge untersuchen will, folgt er gewöhnlich der Richtung, und zwar dem Fallen des Ganges. Da man bei der Untersuchung eines Gebirges noch nicht weiß, wie man den Fund angreifen und bauen wird, und also auch nicht, ob man den Schurfschacht später zur Förderung oder Wasserlösung benützen kann, so macht man den Schurfschacht gewöhnlich nur so weit, als es dringend nothwendig ist, denn das schnelle Niederteufen erscheint als die Hauptaufgabe. Auch

der Luftschacht

wird möglichst eng und einfach gebaut, wenn sein Zweck bloß darin besteht, einem zweiten Schacht, einem Stollen oder sonst einem Grubenbaue frische Luft zuzuführen. Sorgfältiger muß man bei der Wahl seiner Anlage seyn, wie wir bei der Wetterlösung besser kennen lernen werden.

Der Hauptschacht.

Als solchen benennt man gewöhnlich den Förderungs- oder Treibschacht, welcher die Bestimmung hat, den eigenen Betrieb des Bergbaues, namentlich der Herausschaffung der Erze und anderer Bergwerksgesteine zu dienen. Ueberdieß wird er gewöhnlich noch als Fahrschacht und Wasserschacht oder Kunstschacht benützt. Er wird erst dann geschlagen, wenn die Fundstätte des Erzes oder Bergbaugesteines schon erforscht ist, und seine Anlage soll allen Zwecken entsprechen. Dabei ist Folgendes zu überdenken.

Im Flötzgebirge stellt man ihn gewöhnlich in die Mitte des Lagers, um von ihm aus den Abbau nach allen Richtungen zu ermöglichen. Die größere Bequemlichkeit der Zufuhr der Baustoffe, und der Abfuhr der gewonnenen Erzeugnisse, und andere Verhältnisse der obern Gegend oder des innern Baues können aber die Anlage des Schachtes an andern Stellen zweckmäßiger machen. Im Ganggebirge sind noch mehr Rücksichten zu nehmen.

Die Gänge fallen meistens schief, und zwar entweder mit der

Abdachung des Gebirges gleichlaufend (rechtsinnig) oder die Abdachung des Gebirges kreuzend (widersinnig). Nun ist es das Vortheilhafteste den Hauptschacht so anzulegen, daß er den schiefen Gang in seiner Mitte durchschneidet, denn um zu dem schiefen Gange zu gelangen, müssen von dem senkrechten Schachte aus ober und unter der Durchschnittsstelle Strecken getrieben werden, und diese sollen nicht unnöthig lang seyn, um die Förderung und die Fahrung abzukürzen, dieß ist aber nach der obern Maßregel am besten durchzuführen.

Bei widersinnigen Gängen in steilen Gebirgen käme aber nach diesem Grundsatze der Schacht oft so ins hohe Gebirge, daß nicht allein seine Länge dadurch beträchtlich vermehrt werden, sondern auch der Zugang zur Schachtmündung erschwert werden kann; dann können andere Rücksichten überwiegen von dieser Regel abzuweichen und für den Schacht eine andere Stelle zu suchen. Solche Rücksichten sind nebst der leichten Zugänglichkeit die bequeme Anlage des Haldensturzes, das nöthige Wasser zum Betriebe der Wasserhebungskünste, Raum zur Anlage solcher Werke u. d. gl.

Wenn der Hauptschacht zu verschiedenen Zwecken, wie zur Fahrung, zur Förderung und zur Wasserhebung benützt wird, so ist es nothwendig, daß er abgetheilt wird und diese Abtheilungen werden durch Einstriche und besondere Verschalung hergestellt. Die Vorrichtungen zur Förderung und zur Wasserhebung werden wir abgesondert betrachten; hier wollen wir nur die F a h r u n g besprechen.

Da die Ausbrechung von weiten Schächten in jedem Gebirge mühevoll, kostspielig und schwerer zu verwahren ist, und man daher auf enge Räume angewiesen ist, so ist die Schachtfahrung nur auf steil gestellten Leiter oder F a h r t e n möglich. In Schächten von geringer Teufe befestigt man diese Fahrten ganz senkrecht an die eine Wand des Fahrschachtes; aber in Schächten von mehr als 20 Klaftern wird eine bequemere Fahrung nothwendig.

Das Erste ist, daß man Ruheplätze, B ü h n e n, anbringt. Alle 2 bis 4 Klaftern nämlich wird so nahe an der Fahrt, daß man nur noch bequem mit den Körper durchkann, ein Bänkchen angebracht, auf welchem der Fahrende sich so setzen kann, daß er dabei die Füße auf die Fahrtensprossen stellt. Sie sind zugleich Ausweichstellen. Der Ausweichende stellt sich dann auf die Bühne und läßt die folgenden neben sich vorbeifahren. Man kann sich vor-

stellen, mit welcher Gefahr das Abrutschen von der senkrechten Fahrt, bei welcher man mehr mit den Händen hängt als mit den Füßen steht, verbunden ist, und um so mehr, je tiefer man fällt. Die Bühnen halten bei senkrechten Fahrten den Fall nicht immer auf, auch ermatten Hände und Arme bald. In tiefen Schächten sucht man daher die Fahrten schief zu stellen, so daß der Körper mehr von den Füßen als von den Händen getragen wird. Dazu dienen wieder die Ruhebühnen. Hier wird die Fahrt von zwei zu zwei Klaftern schief angelehnt. Bei einem Falle erhält man sich leichter vor tiefem Sturze. In neuerer Zeit hat man ein Mittel erdacht, auch in engen Fahrschächten schiefe Fahrten einzurichten. Man legt die Fahrung rund an, und lehnt die Fahrten in schiefer schneckenförmiger Drehung um eine Spindel.

Wenn nun auf schiefen Fahrten auch die Arme weniger angestrengt werden, so ermüden doch die Knie durch die starke Biegung bei jeder Besteigung einer Sprosse, und in Bergwerken, wo hunderte von Arbeitern täglich 100 bis 200 Klaftern auf und niedersteigen müssen, geht dadurch ein guter Theil der Arbeitskraft verloren. Der Scharfsinn der Bergleute gerieth daher auf ein merkwürdiges Mittel, die steigende Bewegung in eine scheinbar ebene Bewegung der Füße zu verwandeln. Man hängt zwei Fahrten nebeneinander in den Fahrschacht, so daß der Fahrende mit dem rechten Fuße und der rechten Hand auf einer Fahrt mit dem linken Fuße und der linken Hand auf der andern Fahrt steht und hängt.

Nun setzt man diese Fahrten abwechselnd durch eine Maschine so in Bewegung, daß eine Fahrt um eine Sprosse aufgehoben wird, während die Nachbarfahrt um eine Sprosse niedergelassen wird. Der Fahrende tritt nun abwechselnd mit den Füßen links und rechts wie auf ebenen Boden und wird zugleich, wie er will, entweder Sprosse um Sprosse gehoben oder niedergelassen und kann daher auf diese Art mit leichter Mühe ausfahren oder einfahren.

Der Stollenbau.

Während der Schacht das Gebirge in senkrechter oder schiefer (tonnlägiger) Richtung durchschneidet, dringt der Stollen in einer fast wagerechten oder söhligen Richtung in das innere Gebirge. Man will mit dem Stollen entweder das innere Gebirge untersuchen, Schurfstellen, oder das Wasser aus dem innern Gebirge

ableiten, Wasserstollen, oder frische reine Luft zuführen, Wetterstollen, oder endlich einen Zugang zum innern Baue gewinnen, Fahrstollen und Förderungsstollen.

Betrachten wir zunächst den Bau des Stollens im Allgemeinen. Die Arbeit auf das Gestein ist ähnlich jener im Schachte, welche wir schon besprochen haben. Die festen Gesteine werden mit der Keilhaue, mit Schlägel und Eisen oder mit Pulver gezwungen, die weichen mit Haue und Schaufel oder mit dem Trog. Der Ausbau des Stollens durch Gezimmer oder durch Mauerung ist aber anderer Art als bei Schächten.

Der Druck der Seitenwände ist wohl dem in Schächten ähnlich, allein beim Stollen ist die Decke (First) die gefährlichste Stelle. Wenn der Druck von oben gleich dem Gewichte des darüber liegenden Gebirges wäre, so würde es in den meisten Fällen unmöglich seyn, diesem Drucke Widerstand zu leisten. Allein die Erfahrung belehrt uns anders. Das feste Gestein hält und trägt sich selbst mittelst der Zusammenhangskraft und man kann Theile aus dem festen Gebirge herausnehmen und Höhlungen von bedeutendem Umfange darin ausgraben, ohne ein Einstürzen zu fürchten. Nur das losgemachte und das lockere Gestein drückt mit der frei gewordenen Wucht seiner Schwere. Allein selbst weiches Gestein, Thon, Kreide, etwas zusammenhängender Sand erlaubt dem Bergmanne einzubrechen und eine Höhlung zu machen, wenn auch nicht von großem Umfange. Diese Zusammenhangskraft im lockern Gestein ist aber nicht von langer Dauer. Wie der zersetzende verwitternde Einfluß des Sauerstoffes, die Feuchtigkeit der Luft einwirkt, so löst sich solches Gestein, alles lose Gewordene drückt, und ein sich immer erweiternder Bruch ist die Folge davon. Auch festes Gestein lockert sich endlich und trennt sich nach und nach in seinen Spaltungen und Klüften.

Diese Bemerkungen führen zu der wichtigen Regel, daß mit dem Ausbau bedenklicher Grubenbaue vor Allem aber mit der Sicherung der Stollenfirst nie ohne Noth gezögert werden soll. Befestigt man das Gestein gleich Anfangs mit guter Zimmerung, so daß alles darüber und daneben liegende Gestein in seiner Ruhe und seiner Zusammenhangskraft bleibt, so genügt oft ein leichter Bau, während später alle Mittel umsonst angewendet werden.

Es versteht sich von selbst, daß nur die lockeren gefahrdrohenden Seiten des Stollens durch Bau verwahrt zu werden brauchen, also bald nur die First oder eine und die andere Seite (Ulm) oft aber auch die Sohle des Stollens.

Denken wir uns den Stollen nach dem Streichen eines Ganges getrieben. Gewöhnlich besteht die Gangausfüllung aus weichem Gesteine, während das Nebengestein das „Hangende und Liegende" festes Urgebirge ist. Ist der mürbe Gang nur so breit als der Stollen, 3 bis 5 Schuh, so wird nur die lockere First zu verzimmern seyn. Es geschieht durch Querhölzer „Spreizen," welche oben in den beiden Ulmen befestigt werden, und wenn das Gestein nicht sehr drückend ist, durch Pfahlwerk, durch die Spreizen getragen, nach der Länge des Stollens. Bei großem Drucke werden zu den Querhölzern starke Stämme genommen, oder die First wird mit einer Wölbung von Steinen oder Ziegeln, die in den beiden Ulmen ihre Widerlager finden, getragen.

Ist der Gang breit, so treibt man den Stollen gewöhnlich an der festen Wand des Hangenden oder Liegenden und versichert bei weichem Gesteine die First und den weichen Ulm. Es geschieht durch „Stempel und Kappe."

Man nimmt ein starkes Querholz „Kappe" läßt es in die feste Wand zur Befestigung ein, und unterstützt es am weichen Ulm durch eine stehende Säule „Stempel," welcher oben mit der Kappe durch Einkerbung gut verbunden wird. Ober den Kappen und hinter den Stempeln werden zur Verhinderung des Einrollens Pfähle eingetrieben. Stehen beide Ulmen im weichenden Gestein so muß dreiseitige Zimmerung angewendet werden. Man setzt an beiden Ulmen Stempel und verbindet sie oben mit der Kappe, wodurch ein ganzer Thürstock gebildet wird. Ist die Sohle nicht fest genug um ihr die untern Enden des Thürstockes fest einzusetzen, so muß auch unten noch eine Schwelle gelegt werden, wodurch ein fester Rahmen gebildet wird. Man macht die Kappe gewöhnlich etwas kürzer als die Schwelle. Die Thürstöcke, welche nach dem Verhältnisse des Druckes 1 bis 4 Schuh weit auseinander gesetzt werden, bilden das feste Gerippe der Stollenzimmerung, hinter welchem die Verschalung der „Felder" durch „Ladholz" nämlich Pfähle, Pfosten, Bretter, Schwarten u. dgl. vollendet wird.

Das zudringende Wasser setzt auch hier der Arbeit große Schwierigkeiten entgegen. Es erlaubt zwar die ebene oder die etwas gegen die Außenseite „das Mundloch" geneigte Sohlenrichtung des Stollens den Abfluß des Wassers und hierin ist der Stollenbau leichter, weil die Wasserförderung wegbleibt; allein wenn das zusitzende Wasser von den Seiten, vor Ort und selbst aus der First das Gebirge auflöst und schwimmend macht, so ist es auch begreiflich, daß hier dem Bergmanne eine Aufgabe gesetzt wird, die ihn beim Mißlingen zur Verzweiflung bringen, im Siege aber die Unsterblichkeit des Namens erringen kann.*)

Beim Schachtbau im schwimmenden Gebirge hat man nur die vier Seitenwände zu verwahren und in der Sohle fortzuarbeiten; beim Stollenbau, der vorwärts gerade gegen die gefährlichste Seite getrieben werden muß, und wo die Last der First durch immer höheres Loswerden des Gebirges unermeßlich wird, mehren sich die Schwierigkeiten schreckenerregend.

First und Ulmen werden dann durch „Getrieb" gesichert. Man setzt nämlich einen Thürstock, treibt hinter demselben Pfahl an Pfahl in der Richtung des Stollens nach vorn und fängt die Spitzen mit einem zweiten Thürstock. Hier treibt man zwischen den Spitzen der frühern Pfähle und dem neuen Thürstock eine zweite Reihe von Pfählen bis an die starken Enden hinein und fährt so fort. Vor Ort geht man mit der Ausgrabung nur so weit, als das Gebirge durch die Getriebpfähle gehalten wird. Oft aber schwimmt das Gebirge von Ort troß dem herein. Dann muß auch hier eine Sicherung getroffen werden. Brunel hat eine Art Schild angewendet. Einen Eisenkasten mit Löchern durch den die Arbeiter das Gebirge gelockert, und wie freier Raum entstand, den Schild vorgeschoben haben. In manchen Fällen bringt es Vortheil, wenn man den Stollen vor Ort sichert und dem Wasser Zeit gönnt auszulaufen, um dann trocken fortzufahren. In andern Fällen kann man das nicht abwarten und es bleibt oft kein anderes Mittel als das Gebirge mit Wassermaschinen vorerst, wenn auch auf kurze Zeit trocken zu machen, dann den Stollen durch die gefährlichste Stelle zu treiben und so das Gebirge zu zapfen, wodurch dann die andere Wasserhebung entbehrlich wird.

---

*) Ich erinnere hier den Leser an den Stollen (Tunnel) unter der Themse in London, welchen der unerschrockene geistreiche **Brunel** getrieben hat.

Bei sehr starkem Drucke hält das Holzgezimmer auf die Länge nicht, auch vermodert alles Holz in den Gruben so schnell, daß die Auswechslung mit frischem Holze bei hohen Preisen sehr theuer wird. In solchen Fällen ist die Stollenmauerung anzuwenden. Sie ist nur eine theilweise, wenn ein oder der andere Ulm eine feste Widerlage bildet, sie besteht aus zwei Seitenwänden mit einer Wölbung, wenn die Sohle eine hinreichende Widerlage bildet. In ganz lockerem Gebirge, gegen dessen Druck nur Wölbung nach allen Seiten ausreicht, wird die Mauerung des Stollens eirund, mit der langen Seite von oben nach unten senkrecht angelegt. Bei sehr großem Drucke macht man die Steinmauer stärker oder wölbt zwei- und dreifach mit stark gebrannten Ziegeln.

Wir wollen nun auf den Zweck der einzelnen Arten der Stollen näher eingehen.

Der Wasserstollen soll das Wasser des Gebirges abfließend machen und zwar in bedeutender Tiefe. Da nun das fließende Wasser etwas Fall „Rösche" haben muß, so ist die Anlage vorerst durch die Wasserwage oder die Linie, welche den Senkel in rechtem Winkel durchschneidet, genau zu ermitteln, oder auszumessen, ob er die nöthige „Teufe einbringt." Zu tiefen Bergwerken wie z. B. in Schemnitz hat man meilenlange Stollen zu diesem Zwecke getrieben.

Im Flötzgebirge benöthigt man keine so große Teufe wie im Ganggebirge, allein da im Flötzgebirge die Gegend flach ist, so kann oft eine Teufe von 20 Klaftern tausend Klafter lange Wasserstollen erfordern.

Um bei der Holzzimmerung das faule Holz auszuwechseln, um in gemauerten oder sonst festen Stollen den im Wasser abgesetzten Schlamm auszuräumen, oder sonst Ausbesserungen vorzunehmen, muß der Stollen in allen Theilen zugänglich, oder „befahrbar" seyn.

Ein bequemer Stollen muß also den Wasserlauf enthalten und über demselben eine laufende Brücke „das Tretwerk" auf welchem die Arbeiter gehen und die nöthigen Baugeräthe und andere Gegenstände hin und her schaffen können. Lange Stollen sollen daher über eine Klafter im Licht hoch seyn und wenigstens eine halbe Klafter breit.

Das Gefälle muß nach dem Wasser berechnet seyn. Wasser, welches viel Schlamm absetzt, besonders aus Flötzgebirgen braucht ein größeres Gefälle. Man nimmt auf 100 Klaftern Stollenlänge bis 20 Zoll Fall an.

Die Wetterstollen werden dann, wenn sie bloß für die Zuleitung frischer Luft gebaut werden, so enge und niedrig getrieben, daß sie nur bequem befahrbar sind.

Förderungsstollen müssen für die besondere Art der Förderung, je nachdem man Laufkärren, „Hunde" oder Wagen gebraucht, eingerichtet seyn. Wir werden später darauf zurückkommen.

Zwischen Stollen und Schächten stehen

Die tonnlägigen Schächte.

welche in einen schiefen Winkel niedergelassen werden. Dieser Bau nähert sich seiner Natur mehr den Schächten, nur muß der obere, der „Liegend-Stoß" ähnlich stark befestigt werden, wie die First des Stollens. Man wählt diese Schächte nur, um Gänge nach ihrem Fallen aufzuschließen, und dem tauben Nebengesteine auszuweichen. Sie sind in der Regel Schurfschächte auf Gänge.

Nun haben wir noch die Verbindung der Grubenbaue im Innern des Gebirges zu betrachten. Es sind wieder Stollen und Schächte. Der Bergmann nennt aber solche Stellen, welche nicht zu Tage ausgehn, sondern nur zwei Schächte oder zwei Stollen oder Schächte mit Stollen in Verbindung bringen, „Strecken" und „Läufe," und Schächte, welche nicht nach Außen münden, sondern Stollen oder Strecken im Innern des Gebirges verbinden, nennt er „Gesenke." Im Bau sind sie von Stollen und Schächten nicht verschieden. Absätze oder Gesenke eines Stollens nennt er „Gesprenge."

Auch der Fall ist möglich, daß man Anfangs mit einem seigern Schacht bis auf den Gang niedergeht und dann den Gang tiefer schief verfolgt, solche gebrochene Schächte nennt der Bergmann „Bremsschächte" von einer Vorrichtung beim Bug des Schachtes zum Bremsen der Förderungsmaschine.

Vorsichten bei Durchschlägen.

Die Verbindung zwischen Stollenschächten, Strecken, und Gesenken herzustellen ist nicht so leicht als sich es auf den ersten Anblick darstellt; der Bergmann geht undurchsichtige Wege. An einem Punkte teuft er einen Schacht nieder, an einer andern, weit davon entfernten Stelle beginnt er einen Stollen. Der Schacht und der Stollen sollen in ihrem Wege aber einander treffen. Das Innere eines Bergbaues enthält ein wahres Labyrinth von Stre-

cken und Gesenken, zwischen denen immer neue Verbindungswege gesucht werden müssen.

Der Bergmann hat hier denselben Wegweiser, dem sich der Schiffer anvertraut, den Compaß. Seiner Nadel folgt er, auf die Nordspitze bleibt sein Auge gerichtet, sie weist ihm den sichern Weg, mit dem Compaß ermittelt er die Richtung, welche er nehmen muß, um einen bestimmten Punkt im Grubenbaue zu finden und die Schnur zeigt ihm wie nahe er diesem gesuchten Punkte ist.

Er ist nun an die Durchschlagarbeit angelangt, nur noch eine Klafter oder gar nur noch einige Schuhe ist er von der gesuchten Strecke oder dem gesuchten Schacht entfernt. Wenn er weiß, daß dort gute Luft, „Frisches Wetter" und kein Wasser ist, so hat der Durchschlag kein Bedenken. Allein oft ist der Durchschlag mit den größten Gefahren verbunden.

Im „alten Manne," wie der Bergmann alte Baue nennt, sind vielleicht böse Wetter angesammelt, sie entströmen dem geöffneten Durchschlage und ersticken den Arbeiter; noch häufiger aber ist der alte Bau „ersoffen" und große Wassermengen sind mit dem Durchschlag zu zapfen. Hier ist die höchste Vorsicht nothwendig, um nicht die Fluth in solcher Menge zu lösen, daß sie die Arbeiter ersäuft. Der Druck gesperrten Wassers ist sehr bedeutend. Der Druck, den das stehende Wasser auf die Wand oder den Boden des Gefäßes ausübt, gleicht dem Gewicht einer darüber stehenden Wassersäule, welche bis zum Spiegel dieses Wassers emporreicht.

Nehmen wir an, das Stollenort, womit man das Wasser lösen will, und das also von der andern Seite unter dem Drucke des Wassers steht, messe 18 Flächenschuhe, und das Wasser stehe im alten Baue 10 Klafter hoch; so ist der Druck das Gewicht einer Wassersäule von 18 Schuhen Stärke und 10 Klafter Höhe oder von mehr als 1000 Raumschuhen Wasser. Man hat die Erfahrung, daß ein solcher Druck Wände von mehreren Schuhen Stärke durchgebrochen hat.

Die Gefahr ist um so drohender, je größer die unter dem Drucke liegende Wandfläche ist. Die meisten Unglücke entstehen daher dann, wenn die Arbeiter die Strecke, welcher sie entgegenfahren, nicht treffen und etwa einen oder mehrere Schuhe daneben fahren, wo dann der Druck die Wand bricht und die Arbeiter unter der Fluth begräbt. Wo solche Gefahren bei Durchschlägen dro-

hen, dort erfordert es die Vorsicht, das Wasser oder die bösen Wetter nicht mit offenem Durchschlag, sondern mit einem Bohrloche zu lösen. Nach der Festigkeit der Gebirgsart bohrt man Schuhe ja Klaftern lang; und beginnt zur Versicherung schon in der Nähe mit Vorbohrung in der Richtung, wo die Gefahr zu besorgen steht.

Ein weiteres Vorsichtsmittel bei der Lösung großer Wassermengen sind Fallthüren an mehreren Orten des Stollens, die sich nach innen öffnen und nach außen fest schließen. Der entfliehende Arbeiter wirft diese Thüren hinter sich zu, und wenn sie die Gewalt des Wassers auch sprengt, so muß sich die Fluth doch erst bei jeder Thüre ansammeln und den Flüchtigen einigen Vorsprung gönnen.

Der Grubenbau.

Die Stollen und Schächte führen uns in das Innere des Gebirges zu dem eigentlichen Ziele des Bergmannes, nämlich zum Funde von Erzen oder anderen nutzbaren Bergmannsgesteinen, welche auf die zweckmäßigste Art abgebaut, das heißt losgebrochen und zu Tage gefördert werden sollen.

Die Art, wie es am besten geschieht, richtet sich nach den Verhältnissen des Vorkommens. Dieses ist vorzugsweise von dreierlei Art, das zu gewinnende Gestein bricht entweder auf Gängen — Ganggestein;

oder in Lagern und Flötzen — Lagergestein, oder

in Stockwerken, in Butzen, Nestern und Nieren.

Beginnen wir beim Ganggestein und nehmen wir den einfachsten Fall, wo der Gang senkrecht oder seiger fällt und etwa eine halbe Klafter breit oder mächtig ist, mit festen Wänden des Nebengesteines.

Der Hauptschacht hat das Erz im Gange angefahren und es verbreitet sich nach den Seiten und in die Teufe. Nun wird der Schacht durch das Erz tiefer abgesenkt, zugleich aber dort, wo das Erz beginnt, werden in demselben wagerechte Strecken, Läufe, nach beiden Seiten getrieben. Wenn man mit dem Schachte noch sechs bis acht Klaftern tiefer gekommen ist, werden wieder nach beiden Seiten Läufe getrieben. Der untere und der obere Lauf wird in der Entfernung von zehn und mehr Klaftern von oben nach unten mit einem Gesenke durch den Erzgang verbunden und man hat

nun zwei Vierecke, „Felder," erforscht, in welchen man den Gang durchaus für erzführend oder edel halten darf. Nun beginnt der Abbau eines solchen Feldes.

Man hat mehrere Arten und zwar den „Straßenbau," den „Firstenbau" und bei breiten Gängen den „Querbau."

Beim Straßenbau wird das abzubauende Feld an den obern Schichten angegriffen und klafterweise niedergebrochen. Man lenkt von dem Hauptschacht nach der Richtung des Ganges und in dessen ganzer Breite aus, und belegt dieses Auslenken mit einer Anzahl „Kühre" *) Arbeiter, welche das Gestein wie beim Betriebe eines Stollens bearbeiten. Sind diese Arbeiter (die erste Kühre) eine Klafter in das Gestein eingebrochen, so läßt man gleich darunter eine Klafter tiefer ein zweites Auslenken anfangen, und so fort immer Klafter unter Klafter; so wie die frühern obern Arbeiter um eine Klafter vorgedrungen sind. Damit aber die obern Arbeiter die untern nicht stören und über sie weg die gewonnenen Steine und Erze fördern können, muß jede Kühre zu ihren Füßen eine feste Bühne schlagen. Es geschieht durch Querhölzer, welche in das Hangende und Liegende als Seitenwände eingelassen werden, und worauf ein Trittwerk oder Laufwerk von Brettern geschlagen wird. Die Erze und tauben Berge werden darauf bis unter den Hauptschacht vorgefördert und ausgestürzt.

Der Firstenbau ist das umgekehrte vom Straßenbaue. Hier beginnt der Abbau eines Feldes von unten. Die erste Kühre bricht ein klaftertiefes Auslenken nach der Richtung des Ganges und mit der ganzen Breite desselben hinein, und wenn sich diese durch feste Verzimmerung oben geschützt haben, bricht die zweite Kühre eine Klafter höher ein, und so steigt der Bau nach oben fort, Klafter um Klafter, bis das ganze Feld in Angriff genommen ist. Die Förderung geschieht wieder nach dem Hauptschacht zu.

Man nennt diese Abbauart deshalb den Firstenbau, weil der Arbeiter die First hereinbricht, während er bei dem Straßenbau die Sohle, welche auch die „Straße" genannt wird, auszubrechen hat.

Ob die eine oder die andere Abbauart gewählt werden soll, müssen die Umstände anrathen. Das Gestein entscheidet und die besonderen Verhältnisse, unter denen das Erz des Ganges vorkommt

*) Die Kühre, von kühren, wählen, weil die Arbeiter nach ihren passenden Eigenschaften zusammengestellt werden.

und am leichtesten gewonnen werden kann; denn die leichteste Arbeit ist auch die wohlfeilste; und da der Bergbau des Gewinnes wegen betrieben wird, so ist die wohlfeilste Arbeit, welche aber nicht nach einem einzelnen Theile, sondern im Allgemeinen als solche berechnet seyn muß, die vortheilhafteste.

Wenn der Gang so mächtig ist, daß er nicht zugleich in seiner ganzen Breite in Angriff genommen werden kann, also schon zwei und mehr Klafter mißt; so ist der Querbau anzuwenden.

Dieser ist von dem Firsten- und Straßenbau darin unterschieden, daß die Arbeitsstrecken nicht nach dem Streichen des Ganges, sondern, dem Gange in der Quere nach von dem Liegenden gegen das Hangende, angelegt werden, und daß die Arbeiter (alle Kühren) nicht übereinander, sondern in ebensöhliger Richtung neben einander arbeiten. Er ähnelt aber darin dem Firstenbaue, daß ein ganzes Erzmittel oder Feld von unten angegriffen und nach aufwärts weggehauen wird.

Zuerst wird nämlich vom Hauptschachte aus, dem Gange nach dem Liegenden zu ein Auslenken getrieben. Dabei wird etwa ein Schuh breit das taube Liegende mit ausgehauen, um bequemer zu dem Angriffe des Ganges zu gelangen, ohne dessen Erze zu verhauen.

Wenn auf diese Art eine Strecke des Ganges blos gelegt ist, daß eine Anzahl Kühren angelegt werden kann, so schreitet man zu Eintheilung des Querbaues. Nach der festern oder lockern Eigenschaft des Ganggesteines macht man Theile von 6 bis 9 Schuh und belegt den ersten solchen Theil mit einer Kühre, welche ihn klafterhoch nach dem Hangenden des Ganges ausarbeitet, dann läßt man die Breite von drei solchen gleichen Theilen stehen und belegt einen vierten gleichen Theil wieder mit einer Kühre Arbeiter, und fährt mit Ueberspringung von drei Theilen so fort, den Gang in der Quere in Angriff zu nehmen.

Jede Kühre bricht nun ihren Theil bis zum Hangenden heraus, und wenn das Gestein zu locker ist, und nicht steht, so sichert sie die Wände durch Verzimmerung.

Das taube Gestein aus dem Gange wird nicht mit ausgefördert, sondern an eine Ulme zum Versetzen aufgestürzt. Ist der Theil ganz bis an das Hangende herausgenommen, so wird nun der entstandene Raum ganz mit taubem Gestein ausgefüllt, „versetzt.“ Man nimmt dazu das Gestein, welches beim Auslenken aus

dem tauben Liegenden gewonnen wurde, dann alle unnutzbaren Abfälle aus dem Ganggestein und reicht das nicht aus, so fördert man selbst Gestein von der Halde herein. Es ist dieses nicht so kostspielig als es beim ersten Anblicke scheinen kann, denn während das nutzbare Gestein mit einem Kübel hinausgeschafft wird, geht das zum Versetzen bestimmte Haldengestein in den andern Kübel herein und erleichtert die Förderung, so daß nur das Einfüllen und Ausstürzen als neue Arbeit zuwächst. Ist das Herbeischaffen von taubem Gestein von diesen Orten her dennoch zu kostspielig, so legt man die „Bergmühle" an.

Man treibt nämlich in das Hangendgestein des Ganges ein Auslenken von mehreren Klaftern Länge und weitet dieses dann von Ort so aus, daß das darüberstehende Gestein von der Firſt einbrechen kann. Das geschieht auch in den meisten Fällen ohne weitere Nachhilfe, wenn das Gestein nur nicht gar zu gebunden ist, denn der Druck weiter Firsten ist sehr groß, und da der Bruch die Decke erweitert, so rollt das Firstengestein immer wieder nach, und bildet einen Vorrathshaufen, womit man große leere Gänge versetzen kann. Sind nun beim Querbau auch die herausgenommenen Theile wieder mit taubem Gestein versetzt, so greift man die dazwischen stehen gebliebenen drei gleichen Theile, und zwar in folgender Art an. Man nimmt wieder einen gleichen Theil und zwar das mittlere Drittel bis an das Hangende heraus, so daß links und rechts eine gleich starke Bergfeste bleibt, und wenn das Gestein nicht steht, verzimmert man die Wände. Ist dieser Theil abgebaut, so versetzt man wieder den leer gewordenen Raum und hat nun links und rechts noch stehen gebliebene Pfeiler, die man jetzt abbaut und dann versetzt. Da jede Kühre so verfährt, so ist bei gleichfleißiger Arbeit aller Kühren der Gang bis zum Hangenden eine Klafter hoch abgebaut und auch schon versetzt. Das ist das erste Stockwerk und man greift nun in gleicher Weise die nächst höhere Klafter des Ganges, das zweite Stockwerk an, und verfährt wieder nach der angegebenen Weise.

Das sind die drei Hauptarten des Gangbaues, die der einfachsten Art, wo die Gänge ganz oder beinahe senkrecht oder seiger vorkommen. Dieß ist aber selten der Fall, sie sind meist schief geneigt und nähern sich mehr und mehr der Gestalt der Lager und Flötze. Diesen geänderten Verhältnissen müssen die angege-

denen Abbauarten anbequemt werden, was viele Umsicht erfordert. Es würde aber über die Gränzen dieses gedrängten Lehrbuches hinausgehen, wenn wir alle Fälle betrachten und die dafür geeigneten Abänderungen der drei Abbauarten angeben wollten. Im Allgemeinen füge ich nur noch einige Bemerkungen bei.

Beim Abbau der Gänge handelt es sich nicht das Gestein nur auszubrechen, komm' es wie immer, es darf das Erz nicht unnütz mit taubem Gestein vermischt, es darf nicht „zu Schaden gehauen" werden, es soll rein gewonnen, je nach seinen Arten geschieden und unvermindert aus der Grube in die Hände des Eigenthümers kommen.

Man bricht daher beim Querbau mit dem Auslenken ins taube Gestein ein, um den Gang bequem anzugreifen; man gebraucht beim Gewinnen der edlen Erze kein Pulver, dessen sprengende Gewalt alles durcheinander wirft, sondern die Keilhaue oder bei sehr reichen Erzen Schlägel und Eisen, und sucht das reichste Erz abgesondert zu erlangen. Die übrigen Erze oder das Nebengestein, mit welchem edle Erze vermengt wurden, werden als Poch- und Wascherze behandelt und durch die Aufbereitungsarten zu Gute gemacht. Es ist aber nicht immer möglich, die Erze gleich bei der ersten Arbeit rein zu gewinnen und nach ihren Arten zu scheiden. Man fördert daher die Erze auf Haufen und läßt sie schon in der Grube ausguten (auskutten) oder man fördert sie zu Tage und unterzieht sie hier der Scheidung nach ihren Arten und ihrem Reichthum. Die Scheidearbeit geschieht gewöhnlich von Kindern unter der Leitung eines sachverständigen Bergmannes.

Selten füllt das Erz den ganzen Gang aus, gewöhnlich erscheint hier der Gang reicher an Erzen, dort ärmer und an andern Stellen ganz taub, es wechseln die „Erzmittel" mit den gehaltlosen „Zwischenmitteln." Der Bergmann verlangt nur nach jenen, und er läßt diese stehen. Allein es kann doch Fälle geben, wo er auch die Zwischenmittel zugleich mitgewinnen muß. Um zu den Erzmitteln zu gelangen, muß er durch das taube Mittel sich einen Weg brechen. Er muß die Erzmittel suchen durch den Versuchsbau oder Glücksbau; da er hier zu sehr vom Zufall abhängt, und oft lange auf Umwegen sucht, ehe er das „edle Geschick" antrifft, so kann es bei Gängen, wo das Erz nur stellenweise, oder nur in Butzen und Nestern vorkommt anzurathen seyn, den ganzen

Gang herauszubrechen. Man wird wohl geringere Durchschnittsgewinne machen; allein man ist sicher, alles Erz zu finden und die Arbeit und die Ausbeute bleibt gleichmäßig. Beim planlosen Glücksbau wechseln gute Zeiten der reichen Ausbeute mit den schlechten Zeiten der Zubuße so grell ab, daß der Bergbau in langdauernden schlechten Zeiten aus Mangel an Verlag eingehen kann. Beim Querbau ist es leichter, Zwischenmittel die als taub erkannt sind, stehen zu lassen. — Wir haben hier nur den Abbau eines Feldes oder eines Viereckes des Ganges von 6 bis 20 Klaftern betrachtet, wie er durch einen Lauf und den Hauptschacht und dem etwa 10 bis 20 Klafter entfernten Gesenke begränzt wird; überblicken wir den ganzen Bergbau auf einem Gange, so durchschneidet ihn der Hauptschacht, von diesem gehen von 6 zu 6 oder 10 zu 10 Klaftern Querstrecken oder Läufe nach der Richtung des Ganges rechts und links aus, und diese Läufe werden durch Gesenke in Felder eingetheilt, die einzeln abgebaut werden. Beim Betrieb werden nun, der Hauptschacht immer tiefer, die Läufe immer weiter aufgefahren, so lange man Erze findet oder hoffen kann, und durch Auslenken und Gesenke neue Abbaufelder vorbereitet. Um die Ausbeute gleichmäßig zu erhalten, sind reiche Felder mit armen zugleich abzubauen.

Wir übergehen nun zum

Abbau der Stockwerke, Lager und Flötze.

Mehrere Bergbaugesteine, besonders Steinsalz, Zinnerze und Eisensteinerze stehen in Stockwerken von großer Ausdehnung nach allen Richtungen an, und ihre Gewinnung erfordert besondere Angriffsarten, die sich nach der Beschaffenheit des zu gewinnenden Gesteines, seiner Sohle und seiner Firste richten.

Zunächst ist die Mächtigkeit der Decke zu berücksichtigen, ob diese nicht bis auf das zu gewinnende Erz oder Bergbaugestein abgeräumt und ein „Tagebau" eingeleitet werden kann. Wenn die Decke nicht mehr als 2 oder 3 und bei großer Mächtigkeit des Stockwerkes bis 5 Klaftern mißt, so kann es vortheilhaft seyn, durch Abräumen eines Theils der Decke bis auf das gute Gestein sich den Zugang zu verschaffen, und eine dem Steinbrechen ähnliche Arbeit einzuleiten. Kann man nur durch Schächte oder Stollen zukommen, und muß man den Abbau mit Haltung der Decke betreiben, so wird der Bau jenem auf sehr mächtigen Gän-

gen ähnlich werden. In den meisten Fällen wird dann der Pfeilerbau anzuwenden seyn.

Man theilt sich das Stockwerk in Schichten von 8 bis 12 Schuhen ab, und beginnt mit dem Abbau der obern Schichte. Man greift mittelst eines Stollens am Seitenrande, oder mittelst eines Schachtes auf die Mitte des Stockwerkes niedergetrieben die obere Schichte in der Art an, daß man vier je eine Klafter hohe Strecken nach vier Richtungen im rechten Winkel treibt. Ist so die obere Schichte des Stockwerkes bis an seine Gränzen aufgeschlossen, dann beginnt auf der einen Seite der Abbau und zwar am sichersten vom Rande des Stockwerkes gegen den Hauptschacht zu. Es gilt nun die Lösung der Aufgabe, die obere Schichte wo möglich ganz herauszunehmen. Dieses würde leicht seyn, wenn das Dachgestein so fest wäre, daß es wie eine feste Decke über dem leerwerdenden Raume hängen bliebe. Das ist bei weitgedehnten Stockwerken wohl nie der Fall; allein eine halbe Klafter bis 3 und 4 Klaftern breit steht doch die Decke, oder wenn diese ganz lockeres Gebirge wäre, so läßt man eine Schale von dem Stockwerke selbst stehen, und führt darunter Strecken auf, und zwar in folgender Ordnung. Man treibt von der Hauptstrecke am Ende des Stockwerkes eine Querstrecke so breit als das Dachgestein aushält, ohne an der First niederzubrechen nach der einen Seite z. B. nach rechts, und dann nach links aber nicht gegenüber, damit kein Kreuzschlag entsteht, sondern um die Breite der Querstrecke zurück wieder eine Querstrecke. Hierauf läßt man eine Bergfeste, einen Pfeiler stehen so stark als es der Druck der Firste verlangt und legt wieder eine Querstrecke an, und eben so auf der andern Seite. Auf diese Art entstehen rechts und links von der Hauptstrecke Querstrecken, die 2 und mehr Klafter, aber alle gleichweit in die Seitenwände der Hauptstrecke getrieben wurden; die Decke wird aber immer durch die Zwischenpfeiler noch getragen. Hat man auf diese Art ein Feld zur Hälfte und mehr abgebaut, dann baut man dasselbe vollends zu Bruch, indem man von hinten her Pfeiler um Pfeiler herausbricht und die First einstürzen läßt. Bei leichtbrüchigem Dachgestein wird man wohl die Pfeiler nicht vollständig gewinnen, allein die Bekanntschaft mit der Eigenschaft des Dachgesteines, welche die Arbeiter nach langer Uebung sich erwerben, macht sie so kühn und zugleich so sicher, daß sie wenig gutes Gestein verschütten lassen.

Man baut nun die Strecke gegen den Schacht zu ab, läßt aber nun dem Schachte eine starke Bergfeste stehen, weil er erhalten werden muß, indem von hier aus der Abbau nach allen Seiten geschehen soll. Wie mit der einen Hauptstrecke, so verfährt man mit allen. Ist auf diese Weise eine Schichte des Stockwerkes von einer oder zwei Klaftern ausgebeutet, so wird eine zweite tiefere Schichte in Angriff genommen. Diese hat aber kein Dachgestein, denn das herabgerollte ist zu locker und es muß eine Schale des frischen Abbaugesteines als Dach stehen bleiben. Sonst unterscheidet sich der Abbau der zweiten und der folgenden Schichten um nichts von dem Abbau der obern Schichte.

Beim festen Gesteine, das auch noch bei weiten Bogen und Wölbungen steht, wagt der Bergbau mehr. Er haut mehre Klafter große Strecken aus und bricht nun die First immer wieder nach, so daß große kuppelartige Weiten entstehen, die er auf schwachen Pfeilern stehen läßt, um daneben gleiche Weiten auszubrechen; oder er nimmt eine lange Strecke und rückt auf der einen Seite staffelweise weiter hinaus und höher hinauf, um das Firstengestein herabzubrechen.

Alles Gestein, das mit Pulver gesprengt wird, läßt sich dann in größern Mengen lostrennen, je freier auf der einen Seite der Raum ist, daher ist auch die Gewinnungsart, wobei man das Gestein in breiten Strecken oder Weiten angreift, die leichtere und für den Gewerken die wohlfeilere. Auch ist der Firstenbau oder das Uebersichbrechen leichter als das Nachreißen der Straße, daher das Ausbrechen von Weiten angewendet wird, wo es die Verhältnisse erlauben. Bei diesen Betrachtungen wurde angenommen, daß die Stockwerke aus lauter brauchbarem Gestein bestehen und also ganz genommen werden sollen; allein das ist nicht immer der Fall; es ist häufig taubes Gestein mit untermengt. Das taube Gestein wird zum Versetzen der ausgeleerten Strecken und der Weiten verwendet, oder bleibt als Pfeiler und Bergfesten stehen.

In Bezug auf den Abbau unterscheiden sich Lager und Flötze von den Gängen durch ihre Richtung. Die Gänge fallen mehr senkrecht, Lager mehr flach und Flötze liegen häufig sogar ebensöhlig. Das ändert auch die Abbauarten.

Betrachten wir zuerst die Lager in festem Gestein, wie Eisensteinlager in Urgebirge oder die Kupferlager in der Zechsteinbildung.

Ihre Mächtigkeit erreicht oft nicht mehr als einen oder zwei Fuß. Da nun der Werth dieser Erze die Arbeit nicht lohnt, die es kosten würde, wenn viel taubes Sohlen- oder Dachgestein mit losgebrochen und ausgefördert werden sollte, so muß der Bergmann oft in der unbequemsten Art seine Arbeit verrichten. Man treibt Förderstrecken und von diesen aus Querstrecken „Streben", welche man nur nach der Mächtigkeit des Lagers nimmt. Bei sehr schwachen Flötzen muß der Bergmann fast liegend arbeiten und wird dabei häufig einseitig „Krummhälserarbeit." Das gewonnene Erz fördern Kinder in niedern Wagen „Schlepphunde" kriechend in die Förderstrecken, die höher gehauen sind und wo die Erze auf größere Karren überladen werden.

Um das Niederbrechen des Daches zu verhindern, bleiben Pfeiler zwischen den abgebauten Strecken stehen, die erst beim letzten Abbau herausgenommen werden und wo sonst ein Bruch zu besorgen ist, dienen starke Holzstämpel einstweilen zur Stütze.

Der Abbau der Steinkohlen- und Braunkohlenflötze.

gehört zu den schwierigsten Aufgaben des Bergbaues. Wenn die Kohle auch minder fest ist, als anderes Gestein, und wenn auch keine solchen Teufen zu überwinden sind, wie bei edlen Erzen, so treten zu den gemeinsamen Hemmnissen und Gefahren des Bergbaues hier noch zwei neue hinzu. Das sind die bösen Wetter und der Grubenbrand, welcher dem Kohlenbau angehört, und bei dem Abbaue mit aller Vorsicht und oft mit großen Arbeiten vermieden werden muß.

Die Kohle kommt selten in Stockwerken und Butzen, sondern gewöhnlich in weitgestreckten Flötzen von linsenförmiger Gestalt vor, in der Mächtigkeit von einem Zoll bis zu zehn und mehr Klaftern. Die Braunkohlen haben eine von der wagerechten Linie wenig verschiedene Lage, nur an den Rändern sind sie oft aufgebogen mit einer Steigung von 5 bis 10 Graden; die Schwarzkohlen sind daher gewöhnlich schief gelagert und fallen oft 10 und 30 Grade, ja es gibt Braunkohlenlager, welche gangähnlich bis zu 70 und 80 Graden sich hinauflehnen. Viele Beobachtungen haben gezeigt, daß die Kohlenflötze muldenartig liegen, also in der Mitte gesenkt sind und hier auch mächtiger und von besserer Beschaffenheit, gegen die Ränder zu aber schwächer werden und sich

schief aufrichten. Die Braunkohle besonders erreicht oft eine Mächtigkeit von 10 und mehr Klaftern und wird dann den Stockwerken ähnlich.

Wir können den Bau auf Kohlen in zwei Arten eintheilen: in den Bau auf schmale Flötze, wohin alle bis zu einer Mächtigkeit von 9 Schuhen zu rechnen sind, dann auf starke Flötze, welche diese Mächtigkeit übersteigen.

Schmale Flötze werden mit einem Bau gewonnen. Er erfordert zwei Schächte oder einen Schacht und einen offenen Stollen, und zwar des Luftwechsels wegen.

Der Förderschacht wird auf die tiefste Stelle des Flötzes gewöhnlich in der Mitte der Mulde geschlagen, denn dahin werden die Kohlen in Karren oder Wagen gebracht und die schwere Förderung soll durch die fallenden Läufe erleichtert werden.

Wenn nicht ein Wasserstollen getrieben ist, welcher zugleich frische Wetter bringt, so ist ein Luftschacht zu schlagen mit dem Förderschachte durch eine Strecke in Verbindung zu bringen und nur bei gesichertem Luftzuge kann der Abbau der Kohle angelegt werden.

Auf Flötzen von 3 bis 9 Schuhen Mächtigkeit wird zweckmäßig der Pfeilerbau eingeführt. Neben dem Hauptschachte wird ein Füllort oder eine gesicherte „Weite" ausgebaut, wo die gewonnene Kohle aus den gesammten Strecken zusammengebracht werden kann und von dieser Stelle aus, so daß der Schacht in der Bergfeste stehen bleibt, werden nach allen vier Richtungen Haupt- oder Förderstrecken bis an das Ende des zum Abbau bestimmten Kohlenfeldes getrieben. Nun legt man Querstrecken an, aber so, daß man Kreuzstrecken vermeidet, welche leicht zu Bruch kommen und haut nun aus diesen Strecken die Kohle heraus. Zwischen den Strecken bleiben Pfeiler stehen, deren Stärke von der Festigkeit des Daches abhängt; so daß endlich die Decke des abzubauenden Kohlenfeldes nur noch auf diesem Pfeiler ruht. Endlich ist nur noch die Kohle, aus welcher eben diese Pfeiler bestehen, zu gewinnen, es beginnt der Bruchbau, und zwar von dem Ende des Kohlenfeldes gegen den Schacht zu, indem der letzte Pfeiler abgenagt wird, so lange er die Decke noch trägt, wobei man wohl auch mit einigen Holzstempeln zu Hülfe kommt, um die Kohle möglichst vollständig zu gewinnen. Hierauf bricht die Decke

ein und man rückt Pfeilerreihe um Pfeilerreihe mit dem Bruchbau gegen den Schacht zu, an welchem man eine starke Bergfeste stehen läßt. Sind auf diese Art alle Felder einer Seite vom Hauptschachte abgebaut, so greift man die zweite Seite an.

Wenn die Ausdehnung des Kohlenfeldes nicht bedeutend ist, so sind keine besonderen Vorrichtungen für den Luftzug nothwendig, bei weiter Erstreckung des Baues aber ist der Luftzug durch gehörige Leitung, die wir später betrachten werden, in alle Strecken, wo gearbeitet wird, zu führen und um so rascher, je mehr das Kohlenflötz böse oder gar „schlagende" Wetter entwickelt. Wir haben hier angenommen, daß die Kohle ganz rein gewonnen wird und keine tauben Berge darunter sind. Wo diese vorkommen, richtet man den Versatzbau ein, besonders bei aufsteigenden schmalen Flötzen. Hier hält man eine Förderstrecke offen, gewöhnlich durch Verzimmerung und baut nun aufwärts das Flötz streifweise ab.

Man nimmt die Streifen so breit, als das Dach hält und fängt an, die untere Seite mit dem tauben Gestein zu versetzen. Dann greift man einen zweiten Streifen an, und versetzt während dessen Abbau den offenen Nebenstreifen. Man kann diese Arbeit mit dem schwebenden Firstenbau eines Ganges vergleichen. Die Stelle der Pfeiler vertritt hier der Versatz, wozu wohl auch von Außen die nöthigen tauben Gesteine hereingebracht werden. Sind die Flötze unter drei Schuh und nach dem Werthe der Kohle noch bauwürdig, so bricht man entweder die Sohle oder die First mit ab, und benützt das werthlose Gestein zum Versatz.

Flötze, deren Mächtigkeit mehr als zwei Klafter beträgt, werden gewöhnlich schichtenweise wie Stockwerke abgebaut. Man beginnt mit der obersten Schichte und baut diese in der Mächtigkeit von 6 bis 10 Schuh mit Pfeilern ab, so daß man die Decke des Flötzes gleichförmig niedersenkt. Jetzt greift man die zweite Schichte wieder in der Mächtigkeit von 6 bis 10 Schuh an, indem man aber eine Schale des Kohlenflötzes als Dach stehen läßt; nimmt dann die Pfeiler heraus und läßt dann das Dach wieder niedersinken. So verfährt man, bis das ganze Flötz nieder abgebaut ist.

Auch hier kann man streifweise mit Versatz abbauen, aber immer Schichte für Schichte von oben nieder. Nur selten ist die Kohle so fest, daß man große Weiten heraushauen kann.

Die Breite der Strecken hängt von der Zusammenhangskraft der Kohle und vom Dache des Flötzes ab. Es gibt Fälle, wo Schwarzkohlenflötz mit festem Sandstein, das Braunkohlenflötz mit einem harten sehr festen Thonschiefer (Kohlenstein) unmittelbar überlagert ist, welcher zwei bis vier Klafter weite Strecken zu nehmen erlaubt und nur wenige Pfeiler als Stütze braucht; oft ist aber auch die Kohle gebräche und das Firstengebirge so rollig, daß es nur mit schmalen Strecken, und selbst mit Gezimmer unterbaut werden kann, und entweder die Zimmerung kostspielig oder die Gewinnung der Kohle nicht vollständig wird.

Bei Braunkohlenflötzen ist in solchen Fällen der Tagbau oder Abraumbau vorzuziehen, wenn das Kohlenflötz nicht hoch überlagert ist.

Der Abraumbau oder Tagbau lohnt sich gewöhnlich noch, wenn die Decke des Gebirges ein bis zwei drittel weniger mißt, als die Mächtigkeit des darunter liegenden Flötzes.

Man beginnt entweder von oben die Decke bis auf das Kohlenflötz, und zwar auf eine Fläche von mehreren Flächenklaftern abzuräumen, und bricht dann die Kohle durch Straßenabbau heraus. Bis daher kostet der Abraum viel Arbeit; nun tritt aber die Erleichterung ein, die Erde von dem fortschreitenden Abraum wird nämlich in den durch die herausgenommene Kohle entstandenen leeren Raum, in die „Binge" gefüllt und so immer wieder ein Streifen Kohle von mehreren Klaftern entblößt. Es ist das die einzige Art, die Kohle vollständig abzubauen, ohne von bösen Wettern gehindert zu seyn.

Den ersten Abraum kann man auch durch Grubenbau vorbereiten. Man schlägt einen weiten Schacht auf das Flötz, baut hier zunächst einige Klafter ab und läßt nun die Decke in den leeren Raum niederbrechen, wodurch die weitere Entblösung erleichtert wird.

Die Wetter- und Wasserlosung.

Den zwei wichtigsten Hindernissen des Grubenbaues, der verdorbenen Luft und dem Wasserandrang, wollen wir eine besondere Betrachtung widmen.

Die Luft durchdringt alle zugänglichen leeren Räume; sie folgt daher auch dem Bergmanne in seine Schächte, Stollen und

alle Windungen seiner Strecken und Gesenke; aber sie bleibt nicht gesund. Mehrere Ursachen vereinigen sich, die gute Luft zu verderben.

Einmal das Athmen der Bergleute und das Brennen ihrer Grubenlichter und Lampen. Es wurde schon erwähnt, daß beim Athmen und beim Verbrennen von Oel, Unschlitt und Holz sich ein Theil des Sauerstoffes der Luft mit dem Kohlenstoffe zu Kohlensäure verbindet. Es geht also Sauerstoff verloren und Kohlensäure, die in großen Mengen giftig wirkt, wird in den Gruben, wo viele Arbeiter athmen und Lichter brennen, angehäuft — die Luft wird dadurch also zweifach verdorben. Das ist noch nicht Alles. Wie die Luft mit ihrem Sauerstoffe zu den frisch aufgehauenen Steinen und Erzen in den Gruben kommt, so fangen auch sie an, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden und verwittern; dadurch entziehen sie der Luft aber gerade den zum Athmen nothwendigen Bestandtheil. Ist auch noch Holz in der Grube, das verfault und modert, so geschieht das wieder auf Kosten des Sauerstoffgehaltes in der Luft. Es kann also nicht lange dauern, daß die in der Grube weilende Luft sauerstoffarm und zum Athmen untauglich wird.

Wir müssen aber noch eine andere Beobachtung dazu stellen. Die Zersetzung der Gesteine entwickelt schädliche Gase, man denke an die Quecksilberdämpfe, an die Arsenikdämpfe, an die Schwefeldämpfe, an den Pulverdampf und endlich in Steinkohlenwerken an das Kohlenwasserstoffgas und an die Kohlensäure, welches alles die Luft so vergiftet, daß der darin athmende Arbeiter Krankheiten und den Tod davon trägt.

Die Entstehung dieser schädlichen Luftarten läßt sich nicht hindern, es bleibt daher nur das Mittel die verdorbene Luft immer wieder aus der Grube zu entfernen und frische gesunde Luft hereinzuschaffen, und das geschieht durch einen ununterbrochenen Luftwechsel, durch die Wetterlosung. Um durch die uns dargebotenen Mittel den Luftwechsel in den Gruben zu bewirken, beurtheilen zu können, müssen wir auf die Natur der Luft näher eingehen.

Durch die Wärme dehnt sich die Luft wie alle Gasarten aus und die dünnere Luft ist die leichtere. Nun können wir beobachten, wie leichtere Körper in flüssigen, schwereren Körpern aufsteigen; so steigt das warme Wasser im kalten empor, daher steht im Topfe am

Feuer immer das warme Wasser oben, es steigt die wärmere Luft in der kältern empor, daher trägt die warme Luft den Rauch durch den Rauchfang hinaus, daher strömt in den Zugofen unten warme Luft ein und oben kalte aus, daher steigt vom Boden, den die Sonne erwärmt immer die warm gewordene Luft empor, daher dampfen im Winter die geöffneten Keller und Schächte. Im Sommer hingegen, wo die Wärme der äußern Luft größer und daher die in Kellern, Brunnen und Schächten befindliche Luft schwerer ist, bleibt sie in diesen Orten sitzen, oder zieht dann, wenn mehre höhere und niedere Schächte, oder Stollen und Schächte mit einander verbunden sind oben hinein und aus den tiefer liegenden Oeffnungen heraus.

Der Wetterzug hängt also von dem Unterschiede der äußern und innern Wärme, von der Temperatur über Tag und in der Erde ab, und der Bergmann hat Gelegenheit, diesen Wechsel jährlich zu beobachten.

Im Sommer ziehen die frischen Wetter in den höhern Schächten ein und aus den tiefer liegenden Schachtmündungen oder den Stollen aus. Im Winter haben die Wetter die entgegengesetzten Strömungen. Im Frühlinge und Herbste wo die Temperatur der Gruben mit jener zu Tag gleich ist, stocken die Wetter, weil das Gleichgewicht hergestellt ist.

Wie wir wissen, beträgt die Temperatur der Gruben 10 bis 14 Grade über dem Eispunkt. Steht die Temperatur der äußern Luft höher, so fallen die Wetter durch die Gruben von höhern Mündungen nach den tiefern, sinkt die äußere Luftwärme unter 10 Grad, so steigt der Luftzug von den tiefern nach den höhern Mündungen der Gruben.

Ist der Luftzug schnell und stark, sind die Wetter frisch, so lassen sie sich durch alle Windungen des innern Grubenbaues oft meilenweit führen, wenn man ihnen nur Einen Eingang und Einen Ausgang läßt. Ist der Luftstrom breit, so läßt er sich auch theilen, und in mehrere Strömen durch verschiedene Theile der Grube führen.

Die Schnelligkeit des Luftstromes mißt man leicht und ziemlich sicher damit, daß ein Arbeiter dem Luftzuge nach so schnell ein brennendes Licht trägt, als die Flamme gerade aufsteigt. Die Strecke, die er in einer Minute zurücklegt, ist der Geschwindigkeit des Luftstromes in einer Minute gleich.

Um den Luftzug nach einem bestimmten Plane durch die Strecken zu leiten, bringt man „Wetterthüren" an, welche dort wo der Luftzug gehemmt werden soll, die Strecken luftdicht abschließen. Die Wetterthüren dürfen aber nicht zugleich die Förderung und die Fahrung der Arbeiten hindern. Man bringt daher an solchen Stellen Wetterthüren in einiger Entfernung an, und öffnet die eine davon, während die andere geschlossen bleibt, und daher den Luftstrom dämmt.

In der lauen und warmen Jahreszeit werden aber die Wetter matt schon beim Abteufen eines Schachtes und beim Auffahren eines Stollens, besonders wenn dieser niedrig getrieben wird; auch sind in vielen Fällen Wetterschächte und Wetterstollen nur sehr schwer und mit großem Kostenaufwande anzubringen. Ich erinnere hier an den Franzens-Erbstollen in Schemnitz, welchem in einer Strecke von 1571 Klaftern von einem höher liegenden Wetterstollen, der gleichzeitig mit aufgefahren wurde, frische Wetter zugebracht werden mußten; ich erinnere an die Tunnelbauten am Semmering mit ihren tiefen Wetterschächten und an ganz flache Gegenden im Flötzgebirge, wo alle Schächte mit ihrer obern Mündung in gleicher Ebene stehen und daher ohne Luftwechsel bleiben. Der Bergmann muß daher auf andere Mittel denken, um frische Wetter in die Grube zu bringen. Solche Mittel sind die folgenden: Man kann in einem und demselben Schachte einen Wetterzug bewirken, wenn man ihn luftdicht abtheilt und eine Hälfte des Schachtes „sattelt", oder durch angeschüttete Erde höher aufbaut. Man erhält dadurch zwei Röhren, in welchen sich ein Luftwechsel entwickelt.

Statt der Theilung des Schachtes genügt es in seichten Schächten Röhren von 4 bis 10 Quadratzoll im Lichten hineinzustellen „Wetterlutten", welche bis nahe auf die Sohle reichen und auch über der Schachtmündung einige Klafter herausragen. In warmer Jahreszeit, wo die Luft in der höhern Mündung einströmt, richtet man am obern Ende der Wetterlutte noch einen gegen den herrschenden Wind geneigten Windfang „Wetterhut" vor, welcher mit weiter Oeffnung und gegen die Röhre verengt den Luftzug befördert.

In Schächten von geringer Teufe und in kurzen Stollen gelingt es auch die frische Luft hineinzufächern und zu blasen. Man setzt entweder einen Blasebalg an eine tiefer hineinragende Windleitung, oder ein Flügelrad in einem Kasten, einen „Wetterfächer",

welcher durch die schnelle Umdrehung die Luft in die Röhre treibt, oder endlich eine Luftpumpe an die Mündung des Bergbaues, sucht damit die frische Luft hineinzuzwingen und durch diese die verdorbene auszutreiben. Dieses Mittel reicht aber nicht aus, um großen Grubenbauten hinreichend frische Wetter zuzuführen. Hier sind immer Wetterstollen oder Luftschächte nothwendig und selbst in diesen bedarf der Wetterzug noch oft der Nachhilfe. Das wirksamste Mittel ist die künstliche Erwärmung der Luft im Wetterschachte. Man stellt in den Luftschacht wenige Klafter über der Sohle einen Ofen auf, den man heizt und macht dadurch den Schacht zu einem Schornstein. Die erwärmte Luft steigt im Schachte rasch empor, und an ihrer Stelle muß die Grubenluft nachrücken. So wird der Kreislauf des Luftstrom's bewirkt, und zwar um so schneller, je stärker man heizt.

Diese Vorrichtung hat nur eine Gefahr, das ist die Entzündung der „schlagenden" Wetter. Wir müssen diese näher betrachten. Aus der Steinkohle entwickelt sich viel Kohlenwasserstoffgas, dasselbe womit man die Gasbeleuchtungen unterhält; seine Entzündlichkeit ist bekannt und man kann sich die Wirkung denken, wenn in eine Grube zum großen Theil mit diesem Gase erfüllt, Feuer kommt und diese Gasmenge entzündet! Es sind das die schlagenden Wetter, deren Explosion die in der Nähe befindlichen Arbeiter tödtet, Grubenbauten zertrümmert und die ärgsten Verwüstungen anrichtet.

Die Entwicklung dieser Gase zu verhindern oder die entwickelten zu binden und dadurch unschädlich zu machen, hat man bis jetzt noch kein Mittel gefunden, und man hilft sich gegen diese Gefahr nur dadurch, daß man durch guten Luftzug diese schädlichen Gase schnell hinausschafft und die Entzündung vermeidet. Wenn es sich sehr anhäuft so entzündet sich das Gas am offenen Grubenlichte. Davy hat dafür eine Sicherheitslampe erfunden. Ein sehr enges feines Drathnetz um die Lampe kühlt die Flamme, die durchschlagen will, so ab, daß sie das äußere Gas nicht mehr entzünden kann. Davy ließ also die Lampe mit einem solchen feinen Drathnetze umgeben und die Entzündung ist nicht mehr möglich. Aber der Ofen im Luftschachte, den wir vorschlugen und durch welchen die mit schlagenden Wettern erfüllte Luft ziehen soll, erscheint nun als ein Feuerbrand im Pulverfasse. In

solchen Fällen läßt man diese gefährliche Luft durch ein an der Seite des Luftschachtes getriebenes Gesenke erst oben in den Luftschacht eintreten, wo keine Entzündung mehr zu fürchten ist, und führt nur unbedenkliche Grubenluft, oder, wenn keine solche zu haben ist, eigens zugeleitete Tagsluft unter den Feuerheerd.

Oft handelt es sich darum, nur eine kurze Zeit an einem Ort der Grube zu verweilen, wo unathmenbare Luft ist z. B. um einen Durchschlag zu machen, oder verunglückte Arbeiter zu retten. Hier trägt der Arbeiter die frische Luft in einem Gefäße mit sich, und zwar in einer luftdicht verschlossenen Butte auf den Rücken, aus welcher ein biegsames Rohr in seinen Mund geleitet wird, aus dem er Athem schöpft.

Die Wasserlosung

geschieht am einfachsten und gründlichsten durch Wasserstollen.

Die Anlage derselben erfordert viel Umsicht. Ihrem Zwecke nach, welcher in der Trockenlegung eines einzelnen Erzlagers oder eines großen Gangrevieres, eines einzelnen Flötzes oder eines ausgedehnten Flötzgebirges besteht, soll bei der Anlage auf das Einbringen der im Verhältnisse des Aufwandes größtmöglichsten Teufe gesehen werden. Entwässerungsstellen werden daher häufig die gemeinsame Aufgabe mehrerer Nachbargewerkschaften, deren Beitragspflicht zum Bau und zur Unterhaltung sich nach dem Nutzen richtet, welchen sie davon ziehen.

Ist nach diesen Verhältnissen die Anlage des Stollens und des Mundloches ermittelt, so ist die Größe des Stollens nach der zu erwartenden Wassermenge, oder auch noch nach den Nebenzwecken, die man damit verbindet z. B. Fahrung und Förderung zu bestimmen.

Der untere Theil bildet das Rinnsal des Wassers, die „Wasserseige," darüber wird zur Befahrung des Stollens oder vielleicht auch zum Behufe des Förderns ein Tretwerk geschlagen; der obere Theil des Stollens wird vor Einsturz und Abbröckeln gesichert, für lange Dauer am besten durch Mauerung.

Ein ferneres Augenmerk ist dahin gerichtet, keine Teufe unnöthig zu verlieren. Man läßt daher die Stollensohle nur so viel steigen als der Lauf des Wassers verlangt. Dazu reichen auf 5 Klafter

Länge ein Zoll Fall aus. Da man den Stollen gewöhnlich von Außen in das Gebirge treibt, und also dem erschrotenen Wasser entgegen fährt, so giebt das aus dem Stollen fließende Wasser von selbst die beste Wasserwage für die Arbeiter ab. Es ist selten zu rechtfertigen, daß man dem Wasserstollen ein Gesprenge giebt, das heißt Teufe wegwirft und den Stollen steil anlaufen läßt, oder gar mit einem Gesenke emporsteigt. Zu große Teufe bringt keinen Schaden, wohl aber kann zu geringe Teufe die größten Schätze unzugänglich lassen. Das Nachreißen der Stollensohle nach gelöstem Wasser ist sehr schwierig, und es bleibt dann kein Mittel übrig als die größere Teufe mit Wasserhebungs-Maschinen zu gewältigen, deren Unterhaltung meistens sehr kostspielig ist.

Da nicht überall Wasserstollen angebracht werden können z. B. in England, wo die Kohle unter der Linie der Meeresfläche liegt, oder weil sie nach Ortsverhältnissen mit zu großen Kosten oder Zeitaufwand verbunden sind, welcher es dem Unternehmer unmöglich macht, dieses Entwässerungsmittel zu wählen; so war man schon zu allen Zeiten darauf bedacht, das Wasser auf andere Arten aus der Grube zu schaffen und hat viele Maschinen angewendet. Wir wollen diese Arten betrachten, obwohl wir darauf verzichten müssen, ganz genau darauf einzugehen.

Die einfachste Art das Wasser aus der Grube entweder an den Tag oder bei größerer Teufe auf dem Wasserstollen zu heben, ist der Wasserkübel.

Man zieht das Wasser wie das Gestein in Kübeln heraus. Allein es ist das nicht allein sehr beschwerlich, sondern auch deshalb, weil man beim Abteufen, wo es noch am meisten angewendet wird, dadurch die andere Förderung im Schachte hindert, bei starkem Wasserzugang nicht ausreichend. Man kam daher auf den Gedanken, statt des einen Kübels, der am Seile hängt, mehrere Wassergefäße an ein Seil oder eine Kette zu befestigen und durch die Umdrehung immer eine ganze Reihe herauszuheben. Das ist das Paternosterwerk. Eine Reihe vollgeschöpfter Kübel geht heraus, gießt oben beim Ueberstürzen das Wasser aus und sinkt wieder leer nieder. Es ist für große Teufen unanwendbar, weil es zu schwerfällig wird.

Die Schnecke, wo das Wasser in einer Schraubenwindung durch die Umdrehung eines schiefliegenden Cilinders gehoben wird, ist auf noch kürzern Hub berechnet.

Die Seilmaschine, wo das Wasser durch seine Anhangskraft an schlaffen Seilen und Bändern durch rasche Umdrehung herausgeschleudert wird, wirkt wenig.

Das Schöpfrad, wo das Wasserrad bei seiner Umdrehung Kasten in das Wasser taucht, diese vollschöpft und oben bei der Wendung in eine Rinne gießt, hat zu kleine Hubhöhe und ist also für den Bergbau auch bedeutungslos.

Es bleibt demnach nur

die Pumpe als die wirksamste Wasserhebmaschine noch zu erwähnen. Sie beruht auf dem Gesetze des Luftdruckes, welcher bekanntlich das Wasser in einer luftleeren Röhre ungefährt 30 Fuß hoch drückt. Man setzt über diese Röhre (das Saugrohr) das oben mit einer nach unten schließenden Klappe versehen ist, eine zweite Röhre (das Steigrohr), worin ein Kolben auf und niedergeht, der wieder durchbohrt und oben mit einer nach unten schließenden Klappe versehen ist. Beim Aufziehen des Kolbens steigt das Wasser in den luftverdünnten Raum nach, hebt die Klappen und da sich diese beim Niedersinken des Kolbens schließen, so bleibt das Wasser gehoben und fließt bei fortgesetztem Pumpen aus. Man kann auf diese Art das Wasser mit einem „Satze" über 30 Fuß heben. Man verbindet nun mehrere solche Pumpensätze mit einander und hebt das Wasser so tief heraus, als die Hubkraft hinreicht; denn es ist leicht einzusehen, daß die Bewegung einer jeden Pumpe um so schwerer ist, je höher und je weiter die Röhren sind, und je mehr also in derselben Zeit Wasser herausgehoben wird, und wenn nun viele Pumpen zugleich in Bewegung gesetzt werden müssen, so gehören dazu bedeutende Kräfte.

Die verwendbaren Kräfte sind

1. die Arbeitskraft der Menschen — welche die Handpumpen in Gang setzen.

2. Die Zugkraft der Thiere, an wagrechte Kreuzarme angespannt, die durch eine stehende Welle, „Göpel," gehen, wodurch sie die Welle im Kreise bewegen. Mittelst eines Getriebes werden dadurch die Pumpenstangen wieder in Bewegung gesetzt.

3. Die Kraft des fallenden Wassers. Entweder am Tage (Tagkunst), oder wenn bereits ein Stollen getrieben ist, der nur nicht genug Teufe einbringt, auch in der Grube wird ein Was-

serrad eingehängt, das mit Krummzapfen das Gestänge der Pumpensätze auf und nieder bewegt. Sowohl das Wasser, welches das Rad treibt (Aufschlagwasser) als das heraufgepumpte Wasser wird bei der Grubenkunst auf dem Stollen fortgeleitet.

Bei der Wassersäulenmaschine benützt man den unmittelbaren Fall und Druck des in Röhren in die Grube gestürzten Wassers um eine Hebmaschine in Bewegung zu setzen.

4. Die mächtigste Kraft zur Bewegung ist bis jetzt die des Feuers in der Wirkung auf den Dampf. Daher hat die Dampfmaschine auch eine sehr große Verbreitung bei dem Bergbaue gefunden. Erst durch die Dampfmaschinen ist es gelungen, die nöthige Kraft zu gewinnen, um besonders im Flötzgebirge dessen flache Lage wenig Wasserkraft bietet, das Wasser aus beträchtlicher Teufe zu heben. Im Hochgebirge, wo das Gefälle der Tagwässer oft sehr bedeutend ist, bleibt aber die Wasserkraft, auf Räder und in der Wassersäulenmaschine angewendet, noch immer sehr wichtig und vortheilhaft für den Bergbau.

Die Förderung.

Die Steine sind gefunden in der Grube losgebrochen, die Hindernisse der Wetter und des Wassers beseitigt — nach so langem Verweilen bei den Mühen des Bergbaues können wir nun wohl frohen Muthes an die endliche Gewinnung der Schätze, das Herausschaffen der Erze und nutzbaren Irden, die „Förderung," gehen! Auch da gibt es noch Arbeit genug und nicht nur Erze und nutzbare Gesteine auch viel taubes Gestein „Berge" müssen zu Tage gebracht werden, um in der Grube Raum und Zugänge zu gewinnen. Folgen Sie mir noch einmal in das Innere des Grubenbaues, und zwar zu dem Orte der Arbeiter.

Das hier losgebrochene Gestein wird aus den Strecken nach der Hauptstrecke oder den Lauf gebracht.

Die Läufe münden in den Hauptschacht oder in Gesenke, aus denen das Gestein emporgehoben werden muß, die letzte Ausförderung geschieht entweder durch Schächte oder Stollen.

Es gibt also dreierlei Wege, welche die Gesteine nehmen müssen, entweder den wagrechten Weg auf Strecken, Läufen und Stollen, der schiefe Weg in tonnlägigen Schächten und endlich den senkrechten Weg in seigern Schächten.

Die ebene Förderung.

Auf Strecken, Läufen und Stollen bringt man das Gestein entweder in Kübel schleppend, oder in Laufkarren, in „Grubenhunden" oder größern Wagen fort.

Im Kübel das Gestein zu schleppen ist nur da anwendbar, wo die Strecke so kurz ist, daß die Umladung zu viel Zeit wegnimmt, oder so eng, daß man mit dem Laufkarren nicht durch kann. Es geschieht selten.

Durch den Laufkarren wird die Last bedeutend erleichtert, allein da man dabei noch immer zugleich tragen und schieben muß, so wird der Laufkarren nur in den Querstrecken angewendet oder auf sehr ungleichem Boden. Auf Läufen und Stollen und überhaupt da, wo der Weg eben oder wo er in der Richtung, welche man geladen nimmt, sinkt, werden die Grubenhunde angewendet. Sie bestehen aus viereckigen länglichen Kasten, die auf vier kleinen gewöhnlich unter dem Boden des Kastens angebrachten Rädern stehen. Die hintern Räder stehen beinahe in der Mitte des Wagens, so daß mit einem kleinen Druck die vordern Räder gehoben und der Kasten auf zwei Rädern in der Wage gehalten, fort bewegt werden kann. Da hierbei die Reibung der Räder um ihre Achsen und auf der Bahn vermindert wird, so dient es zur Erleichterung.

Der „Grubenhund" wird geschoben (gestoßen), nicht gezogen. Gewöhnlich werden schwächere Arbeiter zu „Hundstößern" verwendet.

Schon bei der Anlage der Läufe der Förderungsstrecken und Förderungsstollen sieht man darauf, ihnen eine kleine Neigung in der Richtung, wohin das beladene Fahrzeug gebracht wird, zu geben. Um aber die Bewegung noch mehr zu erleichtern, ist der Bergmann schon vor Jahrhunderten auf den Einfall gekommen, eine glatte Bahn mit einer Spur zu legen, in welcher der Grubenhund leicht und selbst in finstern Strecken ohne auszugleisen geschoben werden konnte.

Der Bergmann ist also der Erfinder der Eisenbahnen und in England war es, wo man zuerst die Spuren der Grubenwagen mit Eisenschienen belegte, und als deren Vortheil auffiel, diese „Eisenbahnen" auch zu Tage anwendete. Von hier aus verbreitete sich die Erfindung in alle Welt. Seit man die Leitspur in den Grubenbau mit Eisenschienen belegte, hat man statt der „Grubenhunde" große breitspurige Wagen eingerichtet, die in

großen Bergwerken, namentlich in den Steinkohlenwerken von **New-Castle** mit Pferden bespannt sind.

Die Rutschel (Ruschel).

Es gibt Fälle, wo das Gestein auf schiefen Flächen abwärts gefördert werden muß. Das kann bei rechtsinnigen Gängen geschehen, wo der Anbruch in höhern Lagen sich befindet und die Erze in tonnlägigen Gesenken abwärts geschafft und dann auf Stollen herausgefördert werden; ferner bei schiefen Steinkohlenflötzen, wo der Abbau in der höhern Lage beginnt und die Kohlen dann zum Förderungsschacht niedergebracht werden.

Man bedient sich entweder der offenen Ruscheln, welche aus Pfosten zusammengefügt ein festes Rinnsal bilden, auf welchem das dahin gebrachte Gestein herabrutscht; oder man baut feste, schiefe und wohl auch senkrechte Kasten oder Bretterschläuche, in welche das Gestein geschüttet wird. Wenn man den Sturz deshalb verhüten muß, weil, wie bei Steinkohlen, die Zerkleinerung den Werth mindert, so schließt man unten den Kasten, füllt ihn langsam bis oben und entleert ihn unten durch einen Schieber von der Seite. Hierbei sinkt das Gestein nur langsam ohne sich zu zerschlagen.

Die schiefe und senkrechte Förderung.

Bei der schiefen Richtung tonnlägiger Schächte und in senkrechten Schächten und Gesenken ist die Förderung nur am Seil anwendbar. Da aber das unmittelbare Herausheben einer Last am Seil sehr beschwerlich ist, so muß man auf Erleichterung durch Werkzeuge und Maschinen denken.

Solche Werkzeuge sind:

1. Die feste Rolle, welche über dem Schacht befestigt wird, um das Seil darüber zu leiten. Dadurch wird die Last noch nicht erleichtert, aber der Angriff wird bequemer. Während ohne Rolle der Arbeiter den Zug nach oben machen muß, kann er sich nun seitwärts vom Schachtrande stellen und wagrecht ziehen.

2. Mehre bewegliche Rollen zu einem Flaschenzuge verbunden. Hier theilt sich die Last nach Anzahl der Rollen und zwar bei einer Rolle bleibt die Hälfte, bei zwei Rollen, das Viertel und so fort. Allein man braucht eben so viel mehr Zeit als man an Kraft erspart. Doch das läßt man sich gefallen, weil man die Zeit leichter verlängern kann als die Last theilen, was oft unmöglich ist, z. B. beim herausziehen eines — Menschen.

3. Der Haspel. Er besteht aus einem Rundbaume, um welchen das Seil so geschlungen ist, daß nach einigen Umwindungen beide Ende in den Schacht hängen. Der Rundbaum liegt mit seinen Zapfen auf dem Haspelstuhle, und an den Zapfenflügeln sind Haspelhörner zur Umdrehung des Rundbaumes angebracht. Hier beruht die Erleichterung auf dem Hebel, welchen die Haspelhörner bilden, und die Kraft verhält sich zur Last, wie der Halbmesser des Rundbaumes zur Länge des Haspelarmes. Je dünner der Rundbaum, und je länger der Haspelarm, desto leichter erscheint dem Arbeiter die Last. Um aber den Haspel bequem zu drehen, darf der Haspelarm nicht länger als anderthalb bis zwei Schuh seyn. Zwei Mann können mit dem Haspel 4 Centner heben. Das genügt aber nicht in allen Fällen und wie ein Schacht über 30 Klaftern tief wird, erschöpft sich die Kraft der Arbeiter zu sehr. Um große Lasten aus tiefen Schächten zu heben, bedient man sich

4. des Göpels. Hier wird der Rundbaum oder die Welle aufgestellt und vergrößert. Sie besteht aus einem Stangenwerk „Korb," um welches das Seil geschlungen ist. Statt des Haspelhornes sind 2 lange Kreuzarme angewendet, welche zu einem festen Gerüste verbunden sind. Diese Göpelarme werden im Kreise bewegt, und zwar entweder durch Menschen oder auch durch Thiere, die man an die Enden der Hebel anspannt und im Kreise herum treibt daher die Namen „Treibmaschine", „Treibschacht" u. s. w.

Um die wagerechte Spannung der Seile in den Schacht zu richten, leitet man die Seile über Rollen, welche ober dem Schachte (Treibschacht) aufgehängt sind. Die Kraft verhält sich hier zur Last wie der Halbmesser des Treibkorbes zur Länge der Hebelarme, von der Achse der Treibwelle bis zur Stelle, wo die Thiere angespannt sind.

Bei allen Maschinen ist aber die Reibung, und die Steifheit der Seile von der Wirkung der Kraft in Abschlag zu bringen.

Statt der Thiere wendete man später die Wasserkraft und die Dampfmaschine zur Förderung an. Der Hauptsache nach ist es wieder eine Welle, welche gedreht wird, um das Seil daran auf und abzuwickeln. Nur ergibt sich bei der Bewegung durch ein Wasser darin eine Schwierigkeit, daß man das in Bewegung gesetzte Rad nicht plötzlich stehen lassen kann, was doch jedesmal, wenn die Last oben angekommen ist, geschehen muß, und worauf

der Maschine die entgegengesetzte Drehung gegeben werden soll, um das andere Ende des Seiles herauszuziehen. Man richtet daher die Wasserräder so ein, daß sie durch eine zweifache Reihe Schaufeln mit entgegengesetzter Stellung und durch die Wechslung des Aufschlagswassers vor und rückwärts gedreht werden und bringt eine Vorrichtung von starkem Gebälke an, zwischen welchem man das Rad, wenn das Aufschlagwasser geschützt ist, mit großer Gewalt einklemmt oder bremset. Von dieser Vorrichtung rühren die Benennungen Bremskünste, und Bremsschächte her.

Die Dampfmaschine läßt sich, wie bekannt, leicht hemmen und vor und rückwärts bewegen durch eine zweckmäßige Steuerung.

Bei tiefen Schächten, aus welchen große Lasten gezogen werden, ist die Wahl der Seile sehr wichtig. Dies wird begreiflich, wenn man darauf Rücksicht nimmt, daß ein Seil nicht allein die angehängte fremde Last, sondern auch sich selbst zu tragen hat, was bei einer Länge von 50 bis 100 und mehr Klaftern mehrere Centner ausmacht. Je stärker man das Seil macht, desto größer wird diese Last, welche einmal zugewachsen, von der Bewegungskraft abgerechnet werden muß, und das Zerreißen des Seiles selbst bewirken kann. Es ist das eine der Ursachen, warum man die Tiefe des Meeres an sehr tiefen Stellen nicht messen kann.

Man benützte lange Zeit den besten unter den wohlfeilen Stoffen, den Hanf zu Bergseilen, bis man später mit Vortheil Seile aus Eisendraht einführte. Sie vereinigen die Eigenschaft der Festigkeit, und da sie verhältnißmäßig viel dünner seyn dürfen als ein Hanfseil, mit der Leichtigkeit, und erfordern wegen der Steifheit nur größere Rollen „Scheiben" und Wellen, „Körbe oder Trommeln" über welche sie laufen und um welche sie aufgewunden werden.

Bei großen Bergwerken benützt man starke Maschinen, wie Wassersäulen- oder Dampfmaschinen zu mehreren Zwecken. Man läßt sie das Wasser heben, das Gestein fördern und die Arbeiter entweder in Tonnen herausheben oder auf den Fahrten, in der früher angedeuteten Art; wohl auch noch Pochwerke, Wasch- und Schlemmwerke treiben, so daß das Ganze einen großartigen Anblick gewährt, hinter dessen Schimmer der mühsame Fleiß der Grubenarbeiter verborgen bleibt, und welcher nur die gewaltige Wirkung der überlegenen Geisteskraft des Menschen erkennen läßt.

Durch die Einführung der neuen Maschinen, durch die großartige Ausdehnung des Betriebes, — welcher hier Bingen gleich Thälern hinterläßt, dort mit den herausgeförderten tauben Gesteinen Berge aufthürmt, ganze Massen von Arbeitern gleich Ameisengewühle auf einem Werke ansammelt und durch die unermeßlichen Wirkungen, welche der Bergbau in der neuen Zeit ausübt, sey es, daß er mit seinen Eisenerzen und Kohlen die Mittel bringt zur Umstaltung der Gesammtindustrie der Erde, sey es, daß er durch die Ausbeutung mährchenhafter Goldschätze die Leidenschaft der Menschen wach rüttelt und zu Völkerwanderungen und zur Umwälzung aller Handelsverhältnisse zwingt: — hat der Bergmann, einst verachtet, lange vergessen, nun durch die riesigen Erfolge seiner Arbeit und durch seine Wohlthaten sich den harten Weg zu einer hohen geachteten Stellung in der Gesellschaft gebahnt. Das höchste ist aber noch nicht geleistet; mit der Kraft der Wissenschaft wird die Kraft seiner Arbeit im engen Bündniß wohl die Riegel der Erde noch tiefer hin sprengen und unter dem Segen, welcher jede gute Absicht zu Erfolgen führt, wird er noch ungeahnte Schätze aus der Teufe heben, welche auf die künftigen Geschicke der Menschheit einen unberechenbaren Einfluß üben werden.

Das Licht der Zukunft blinkt dem Bergmanne rosig entgegen! Frisch an's Sinnen und Denken, wie die Hindernisse zu bewältigen sind! Die Wissenschaft geleitet den Bergmann zu den reichsten Schätzen; ihn geleitet der Muth, der Fleiß, das unerschütterliche Gottvertrauen! — Glück auf!

Berichtigung von Druckfehlern,

welche wegen Entfernung des Verfassers vom Druckorte entschuldigt und vor dem Lesen abgeändert werden wollen:

Seite	44.	Zeile	10.	von	oben	lese	man	1000fach	statt	1000 Fuß.
„	97.	„	11.	„	„	„	„	Silberstange	„	Silberstenge.
„	105.	„	21.	„	„	„	„	graue	„	gerade
		„	6.	„	unten	„	„	scharen	„	scheren.
„	119.	„	11.	„	„	„	„	sonst	„	dann
„	126.	„	9.	„	oben	„	„	damit man	„	damit
		„	2.	„	unten	„	„	zermalmtem	„	zermaltem
„	129.	„	6.	„	oben	„	„	Wasserzufluß	„	Wasserfluß
		„	6.	„	unten	„	„	selbst	„	schnell.
„	131.	„	15.	„	„	„	„	dem eigentlichen	„	den eignen
„	132.	„	11.	„	„	„	„	Leitern	„	Leiter
„	133.	„	1.	„	„	„	„	Schurfstollen	„	Schurfstellen
„	136.	„	12.	„	„	„	„	vor	„	von
„	137.	„	15.	„	oben	„	„	abfließen	„	abfließend
„	138.	„	9.	„	„	„	„	niedergetrieben	„	niedergelassen
		„	17.	„	„	„	„	Stollen	„	Stellen.
„	139.	„	5.	„	„	„	„	bleibt	„	bieibt
„	142.	„	16.	„	unten	„	„	zur	„	zu.
„	148.	„	5.	„	„	„	„	Schwarzkohlenlager	„	Braunkohlen-lager
„	153.	„	4.	„	oben	„	„	kalte Luft ein, und obenwarme aus,	„	warme „ und kalte „
„	156.	„	17.	„	unten	„	„	Entwässerungsstollen	„	Entwässerungs-stellen
„	159.	„	2.	„	„	„	„	den schiefen,	„	der schiefe.

Druck von K. Gerzabek.

Stamm, Ferdinand,

Kleine Schule des Bergbaues gemeinfaßlicher Leitfaden zur Gestein und Gebirgskunde, zum Aufsuchen von Fundorten der Bergbaugesteine und zur Lehre vom Bergbau und Bergwerksbetrieb

Prag 1853